Historic, archived document

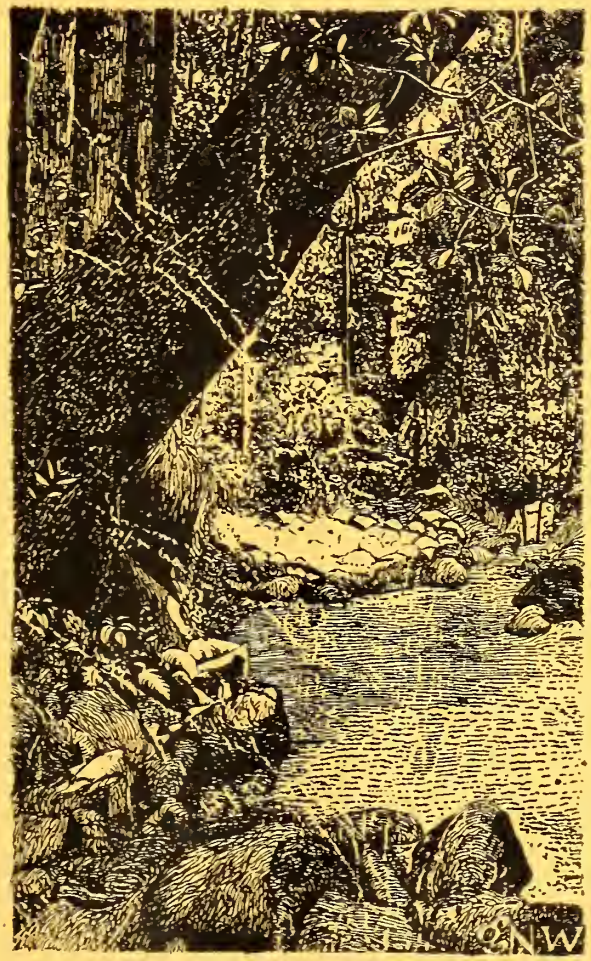
Do not assume content reflects current scientific knowledge, policies, or practices.

6 E 2
L 2 3

The Caribbean Forester

1 A 3

LIBRARY
CURRENT
JUN 6 1950
U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE



U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

VOLUME. 11. NUMBER 1

JANUARY 1950

CARIBBEAN FORESTER

El "Caribbean Forester", revista que el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos comenzó a publicar trimestralmente en julio de 1938 es de distribución gratuita y está dedicada a encauzar la mejor ordenación de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Ciencia Forestal y ciencias afines encarándoles con los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes y el trabajo que se viene haciendo para lograr ese objetivo técnico.

Se solicitan aportaciones de no más de 20 páginas mecanografiadas. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible también incluir un resumen conciso del estudio efectuado. Los artículos deben ser dirigidos al "Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico".

Las opiniones expresadas por los autores de los artículos que aparecen en esta revista no coinciden necesariamente con las del Servicio Forestal. Se permite la reproducción de los artículos siempre que se indique su procedencia.

ooooo0ooooo

The "Caribbean Forester", published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done toward this end throughout the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

Opinions expressed in this journal are not necessarily those of the Forest Service. Any article published may be reproduced provided that reference is made to the original source.

ooooo0ooooo

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Juillet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est una publication trimestrelle de distribution gratuite dediée à l'encouragement de l'aménagement rationnel des forêts de la région caraibe. Son but est d'entretenir des relations scientifiques entre ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et ses méthodes les plus récentes, avec les travaux effectués pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On accepte voluntiers des contributions ne dépassant pas 20 pages tapées à la machine. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur en précisant son titre ou sa position professionnelle et un résumé de l'étude. Les articles doivent être addressés au "Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico."

La revue laisse aux auteurs la responsibilité de leurs articles. La reproduction est permise si l'on précise l'origine.

Vol. 11 – No. 1

887252

January 1950

The Caribbean Forester

Contents

Sumario

Reforestation of degraded lands in Puerto Rico 3
José Marrero, Puerto Rico

La reforestación de tierras degradadas en Puerto Rico 16
(*Traducción del artículo anterior*)

A Spanish-English glossary of forestry terminology, V 25
Carmen García-Piquera, Puerto Rico

Notes on the climax forests of Puerto Rico and their destruction and conservation prior to 1900 38
Frank H. Wadsworth, Puerto Rico

Notas sobre los bosques climácicos de Puerto Rico y su destrucción y conservación con anterioridad al 1900 47
(*Traducción del artículo anterior*)

The New Caribbean Forester

The limitations of the process used to date in the preparation of THE CARIBBEAN FORESTER *have been evident to the editors for several years. Reproduction of photographs has never been good, and recently, with the depreciation of the equipment, the text itself has not always been satisfactory. A change in format has been overdue, and is made with this issue after the completion of the first 10 volumes. It is hoped that the printed* CARIBBEAN FORESTER *will prove more satisfactory to the reader. No reduction in the volume of material published is contemplated.*

THE CARIBBEAN FORESTER *is a journal of international scope. It has carried articles submitted from or concerning 30 different countries. Nearly 60 percent of the subscribers live outside the United States and its possessions, in 63 different countries.* THE CARIBBEAN FORESTER *also serves as the most important organ for the publication of findings of research of international interest at the Tropical Forest Experiment Station in Puerto Rico. During the past two years, partly because of the increased output of the Station, but also partly because of less outside contributions,* THE CARIBBEAN FORESTER *has been more limited in scope than previously. More participation by outsiders is desirable. We are in need of and solicit articles on forestry anywhere in the region.*

Innovación en el "Caribbean Forester"

Conviene precisar aquí que ante los editores de esta revista no han pasado desapercibidas las limitaciones que por varios años se han dejado sentir en su procedimiento de impresión. La reproducción de las fotografías nunca ha sido buena y recientemente, debido a desgastes en el equipo impresor, hasta el aspecto tipográfico no siempre puede clasificarse como satisfactorio. Hace tiempo que debía haberse hecho el cambio en el formato que se inicia con este número, después de haberse completado los primeros diez volúmenes. Esperamos que sean más satisfactorias al lector las futuras tiradas en imprenta. No se perfila ninguna reducción en el volumen del material publicado.

La revista CARIBBEAN FORESTER *es de alcance internacional. En sus páginas se han incluído artículos provenientes y relacionados con treinta países diferentes. Casi el 60 por ciento de sus lectores residen fuera de los Estados Unidos y de sus posesiones, en 63 países diferentes. El* CARIBBEAN FORESTER *constituye también el órgano más importante para la publicación de los hallazgos científicos de interés internacional logrados por la Estación Tropical de Experimentación Forestal con sede en Puerto Rico. Durante los últimos dos años, en parte debido al incremento en la aportación de la estación, pero en parte también a las decrecientes colaboraciones del exterior, el* CARIBBEAN FORESTER *ha tenido un alcance mucho más limitado que anteriormente. Es deseable una mayor participación del exterior. Necesitamos y solicitamos artículos sobre temas forestales de cualquier parte de la región caribe.*

Reforestation of Degraded Lands in Puerto Rico

José Marrero
Tropical Forest Experiment Station
Río Piedras, Puerto Rico

Land which has been unsuccessfully farmed and consequently abandoned is a common sight throughout the world. Frequently such abandonment is not due to improper farming practices so much as to the inherent incapability of the area to withstand cultivation or to support crops. Growing population pressure makes the development of simple methods of classification of the land according to its highest permanent use one of the most important tasks of modern science. Man's very fate on earth depends to a great extent upon how effectively and how soon he can modify his use of the land to comply with this principle.

Much of the land which is no longer farmed is so degraded, or presents such a hazard to watershed values that its return to forest, at least for a sufficiently long period to rebuild the soil, is clearly the most productive land use. This article considers experience in the reforestation of such lands in Puerto Rico.

The area within Puerto Rico in need of tree cover is large. The dense population has "farmed out" many areas which never should have been deforested. Other better lands need protection for at least one tree rotation before production of farm crops can again produce satisfactory yields. The same dense population depends heavily upon its rivers for water for domestic use, industrial power, and agricultural irrigation. The steep topography and heavy rainfall at the sources of water supply places watershed protection above timber production as a justification for the maintenance of many areas in forest. It is believed that some 700,000 acres or 32 percent of the land surface of the island should be kept in forest, plus some 175,000 acres of forested coffee plantations. Only about 580,000 acres are in forest at present.

Reforestation of abandoned cultivated lands has sometimes proven difficult. Bare or grass-covered soil presents an environment so different from forest that only a few tree species can readily become established on them. Heat, wind and evaporation are extreme and the soil is often compacted and deficient in organic matter. Herbaceous vegetation may provide severe competition. The hardy pioneer species which in nature reforest bare areas are not usually the prominent species of old forests nor do they produce the best woods. In the selection of species, therefore, a compromise is usually required between hardiness and timber quality. As stated by Oliphant (4) in describing reforestation in West Africa. "The use of the more valuable timber species which composed the virgin forest has proven to be unwise, at least without extensive advanced research. Better a poor forest on such areas than none at all." The failures which have characterized many tropical reforestation efforts are due to incomplete knowledge concerning (1) the adaptability of the trees planted or (2) the environment in which the trees are planted. The characteristics of certain degraded sites together with the apparent adaptability of selected species to them are here described.

The difficulties of establishing good timber species on soils which are degraded and at present bare can be expected to disappear after the site has been covered with trees for a period of years. The most important function of the first tree crop may be site restoration rather than wood production and the tree species to plant may be chosen at least partly for their capacity to perform this role. This process has a parallel in Puerto Rico in the establishment of coffee shade trees on bare lands. Here a common practice is the establishment of a hardy nurse crop—bananas—beneath which the less hardy **Inga** trees can become established. Later, the bananas, covered by the **Inga** shade, may be partially eliminated if necessary to provide space for the third, and primary crop, coffee.

SOME DEGRADED LANDS OF PUERTO RICO NEEDING REFORESTATION

The climax vegetation of all of Puerto Rico is forest, so, given sufficient time and lack of disturbance, the island would reforest naturally. On abandoned farm lands, however, where the soil has been "worked out", this process would be slow and would for a long time produce only inferior trees. The function of artificial reforestation, therefore, is merely the acceleration of tree establishment or the assurance of maximum early yields.

The natural succession of deforested lands back toward forest is delayed because of site deterioration. On the clay soils of the interior the topsoil is

generally gone and only an infertile, highly leached, compacted subsoil remains. In dry areas deterioration is chiefly due to exposure to higher temperature and evaporation. Only hardy tree species can invade and become established on deteriorated open sites.

Degraded lands are found throughout Puerto Rico. They are here described in three broad groups, the deep soils of the uplands, shallow soils of the uplands, and the coastal areas. Roberts' (23) soil classification is followed.

The Deep Soils of the Uplands

The most important soil series in this group which make up degraded lands needing reforestation are the Catalina, Cialitos, Los Guineos, Alonso, and Nipe series. They range in elevation from 500 feet or less to about 4,000 feet but are found mostly between 1,000 and 3,000 feet. Most of the soils occur in steep hills with numerous drainage ways. With the exception of the Nipe series soils contain large rocks on the surface and throughout the soil layers.

Annual rainfall varies between 80 and 150 inches. Drainage is especially effective in Nipe and is adequate in most other series, with the exception of Los Guineos and Cialitos clays which in the more humid areas at higher elevations are imperfectly drained. Acidity (pH) varies between 4 and 7 (5). These soils are generally deficient in lime and phosphorus.

The surface soils are readily worked because of favorable texture but the subsoils are heavy and very acid. The Alonso and Catalina soils are the most fertile. Nipe, derived from serpentine, is one of the most infertile soils of the island. It is high in iron and aluminum oxide and low in bases. When degraded the residue is nearly pure iron.

These soils, except Nipe series, are adapted to many crops, but owing to steep slopes, high elevation and inaccessibility coffee is the main crop.

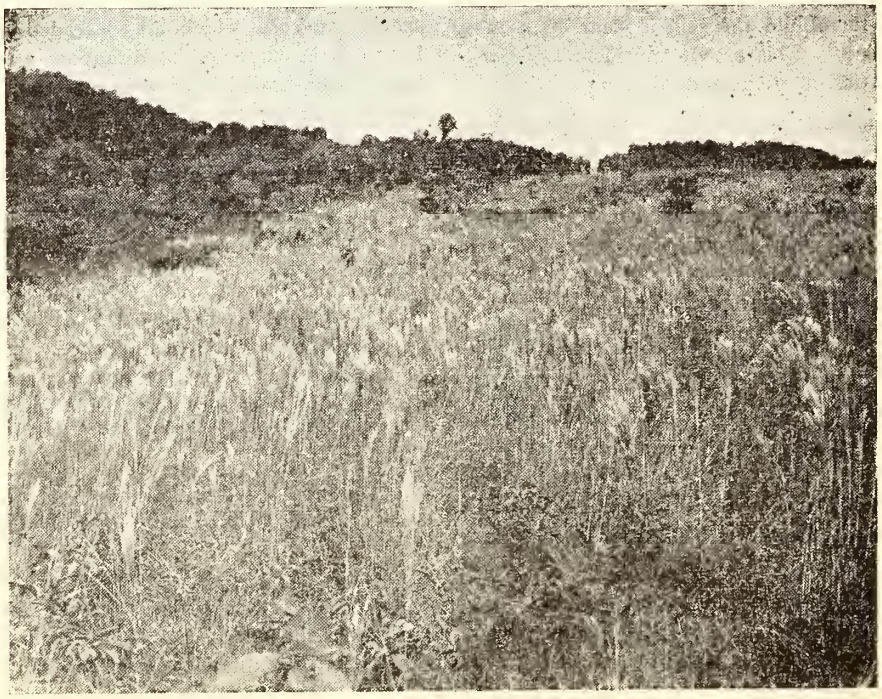


Fig. 1. — A deep soil of the uplands, Los Guineos Clay, covered with exuberant growth of grasses which would offer a strong competition to the establishment of most planted tree seedlings. (Suelo profundo de las alturas, arcilla Los Guineos, cubierto de exuberante crecimiento de gramíneas que ofrecerían fuerte competencia al establecimiento por plantación de arbolitos de la mayoría de las especies.)

The Shallow Soils of the Uplands

According to Roberts, the total acreage of these soils is greater than that of any other soils group in Puerto Rico. They occur throughout the entire upland part of the island. Many are stony. The parent rock lies at a depth of less than 18 inches from the surface.

These soils have a wider variation in relief and rainfall than the soils of any other group. The climate ranges from arid to humid, and the relief from level to precipitous. Owing to the rockiness, shallowness, unfavorable relief, dry climate, or a combination of one or more of these features, grass covers from 60 to 65 percent of the area, trees occupy about 15 percent, brush about 15 percent and subsistence crops and coffee only 5 to 10 percent. In less densely populated countries most of the soils in this group would be classified as of little or no agricultural importance.

Because of steep relief and porous nature of the substratum, all the soils in this group are well or excessively drained, with the exception of a few seepage areas. The elevation and rainfall varies from sea level along the arid south coast (25 to 30 inches of rainfall) to the high rainfall areas of the interior (over 100 inches). With elevations over 3,000 feet the steep relief and shallowness of many soils make them physiologically drier than the annual rainfall would indicate.

Soils receiving the heavy rainfalls are acid (pH of less than 5.0 for the Naranjito soils) whereas those in arid regions have a pH of about 7.5. Soil color varies from reddish in the Naranjito series to light brown in the driest areas.

This group includes soils of the Colinas, Solier, Aguilita, Tanamá, and Ensenada series, all derived from tertiary limestone; of the Descalabrado, Múcara, Picachos, and Naranjito series, derived mainly from cretaceous shales and tuffs and in part from igneous rocks, mostly andesitic; of the Yunes series, derived from shale and rhyolite; of the Rosario series, derived from serpentine; and Rough Stony Land, derived mostly from hard igneous rocks.

Owing to the soil characteristics and climate, the two outstanding uses for these soils are forestry in the humid sections and the production of grass in the arid, semiarid, and subhumid sections.

Fig. 2 — A shallow soil, Tanamá stony clay, covered with natural forest growth. (Un suelo somero, de la serie de arcilla pedregosa Tanamá, cubierto de vegetación forestal natural.)

Coastal Areas

A general description of coastal plain soils taken from Roberts (23) is as follows:

"The soils of this group have many characteristics in common. They are deep, nearly level, only reasonably fertile and range from neutral to strongly acid. They range in texture, however, from sand to clay and in color from red to yellow and from nearly black to nearly white. They have been subdivided according to physical characteristics into four groups, which also group the soils that are adapted to specific crops. The four subdivisions are compact soils, friable soils, very friable soils, and loose soils. The compact soils of the coastal plains are more difficult to farm than any other soils on the island because of their heavy, stiff, impermeable subsoils".

Soil degradation is not confined to any single soil group or any set of conditions. It is found in most soil groups being least in the well cultivated level or nearly level lands or in well cultivated coffee plantations. Erosion has taken place throughout all areas, being most pronounced in the steeper slopes, on the more erosible soils and where shifting cultivation is practiced.

SOME TREES FOR DEGRADED SITES

Some Attributes of Successful Tree Species

Trees species to be selected for reforestation of degraded sites must have at least some of the following characteristics:

Capacity to survive planting under adverse conditions. — Degraded soils are often compacted by cultivation and grazing or because a heavy subsoil is exposed. Some of the heavy clays are poorly drained, thus seedlings must withstand waterlogging or slow drainage for long periods. Exposure to the sun and drying winds is frequently severe. Often both excessive moisture and drought occur in the same area during different seasons of the same year.

Rapid growth. — Rapid growth is important particularly in the first few years, because the sooner the seedlings get out of the reach of weeds and vines the cheaper will establishment be. Also, early canopy closure is desirable to make possible early site improvement as a result of a forest cover.

Capacity to withstand weed competition. — Degraded sites which have been under cultivation are

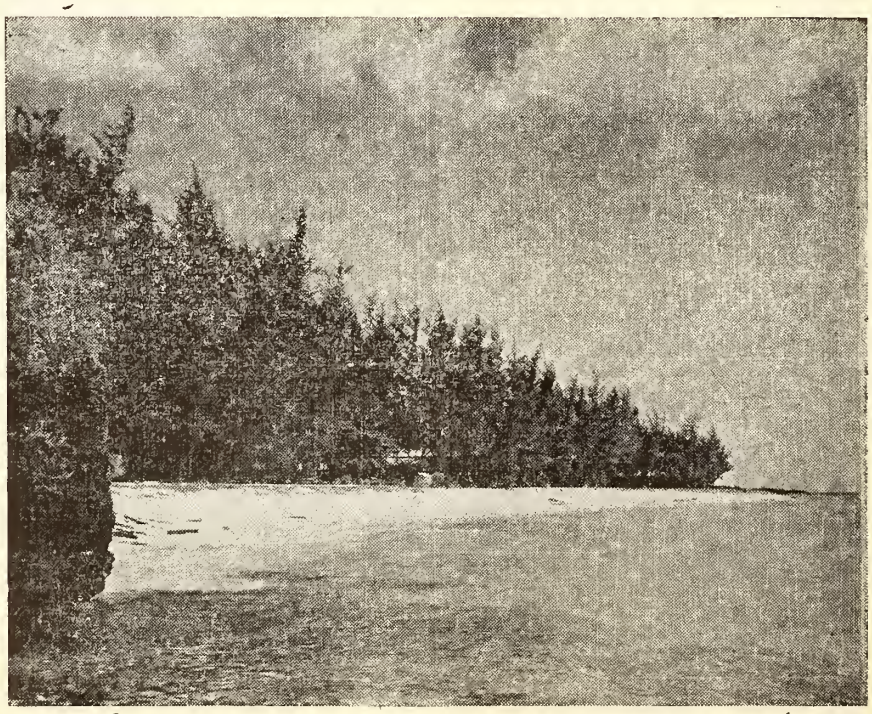


Fig. 3 — A very successful stand of Casuarina, growing on sandy soils in the narrow coastal plain of Mona Island. (Un rodal de Casuarina de mucho éxito, que crece en los suelos arenosos de la estrecha planicie costanera de la isla de Mona.)

generally dominated by weeds and vines. Fast growing vines like **Ipomoea** will eliminate almost any tree species unless held back by weeding. Tall grasses, such as **Sporobulus** also offer intense competition.

A description of eight of the most successful tree species for reforestation of degraded sites in Puerto Rico follows:

BYRSONIMA SPICATA (Cav.) DC., Maricao

Maricao has not been planted on a large scale because of low survival obtained in early plantings. These plantings show that this species is hardy and might be used on degraded sites. It grows rapidly, and stands are thrifty on poor sites. The tree when in bloom is attractive as an ornamental. The wood is reported as of value for construction and other general purposes.

Adaptability

Maricao is common in secondary forest and brush. It is not demanding in its site requirements. It is found throughout humid areas from sea level to high elevations, on both shallow and deep soils, but does not occur in dry forests.

Establishment

The fruit, a globose drupe with a hard stone, is used for propagation. It is produced in abundance early in the life of the tree. Natural reproduction is not abundant but the trees once established, coppice vigorously. Germination is low and there are indications of the need for after-ripening, as seed stored for several months germinated more readily than fresh fruits. If fruits are sown immediately germination may continue throughout a full year. A sowing of 100 fresh fruits under shade in the nursery produced 30 seedlings. A broadcast sowing in the field produced one seedling per 100 fruits sown.

The early development of seedlings is benefited by shade. Removal of weeds that shade small seedlings may result in the death of the seedlings. Seedlings under partial shade in the nursery were 16 inches tall 6 months after sowing. Unshaded seedlings of the same lot were only 11 inches tall. A month or two before lifting the shade should be removed to "harden" the stock.

Planting survival is generally low. In two experimental plantings it varied between 42 and 48 percent, in spite of favorable conditions. Replanting will generally be necessary. It was found that survival was not affected adversely by delaying planting as long as 16 days after lifting, provided that the seedlings were kept in wet moss in a protected place.

Juvenile growth is rapid. Three-year old seedlings are 3 to 6 feet tall on degraded soils. The greatest attribute of this species is that the seedlings are able to compete with weeds and thus need little care after planting. Planting spacing should be not more than 6 feet since open grown trees are wide crowned and of poor form. For rapid growth, trees need full overhead light.

CALOPHYLLUM ANTILLANUM (Jacq.), Britton María

María is native to the north coast of Puerto Rico. It is chiefly a construction wood. Although it is considered "very susceptible" to dry wood termites (32) it has been used widely in other countries for ship building, flooring, and furniture. The tree has not been subject to any troublesome diseases or insect attacks here. [1]

Adaptability

María grows well on most of the degraded sites of Puerto Rico. Although the tree is native to the coastal plain and grows best on sandy soils there, satisfactory plantations have been established up to 2,000 feet elevation in the interior, in the serpentine region (Figs. 4 and 5) and on shallow rocky limestone soils which are physiologically dry. Its growth in the serpentine region has already been described (28).

Establishment

Natural reproduction of maría is generally dense. The trees produce fruits abundantly from October to February. Birds, bats, and rats may sometimes assist in natural dispersal, with the result that a cluster of seedlings may often be seen beneath trees of other species.

An important characteristic of maría is its capacity to become established from direct sowings. Direct seeding is generally much cheaper than planting, and is much more practical on shallow rocky soils. Seeds are occasionally hollow, but this may often be detected by careful examination. To make sure, two or more seeds are often sown per spot. Attempts to pregerminate seeds prior to sowing to make possible the elimination of bad seeds have been unsuccessful. Germinating seeds are sensitive to drought, and often die when sown in this stage. Nursery stock is used in Trinidad, but, because of the high mortality attending this method in Puerto Rico, direct seeding has proven more practical here.

María's greatest attribute is its ability to dominate the site without much assistance. The seedlings compete well with tall grass, ferns, or vines. On the poorest sites the seeds are sown at a spacing as close as 5 x 5 feet, in order to accelerate closure of the tree crowns. This also insures straighter trees, since the species has a tendency to spread.

---

[1] We have been recently informed from El Salvador that stands of Calophyllum are being rapidly killed by an epidemic comparable to the Chestnut Blight, Dutch Elm Disease or Persimon Wilt in virulence.

On areas subject to drought repeated weedings may not be needed. Clearing may actually be harmful. in causing undue exposure and sunburn. In humid areas, however, where herbaceous vegetation has a tendency to overtop the trees, the weeding of circular spots 3 feet in diameter around each tree is needed once each year for three or four years. Where competition is especially heavy, two treatments may be needed during each of the first 2 years. After the fourth year only occasional vine removal should be needed.

The importance of early weeding was shown in a small experiment in an area where the chief weeds were guinea grass **(Panicum)** and morning glory **(Ipomoea)**. After two years survival in the weeded plot was 51 percent, as compared with 12 percent in the unweeded plot. After four years the weeded trees were 8 feet tall and the unweeded trees were 4 feet tall.

Fig. 4 — A 25-year old stand of Calophyllum shortly after a heavy thinning. Average d.b.h. about 4 inches. Trees growing on a concave slope (Nipe clay) which has been greatly improved by the growth of the plantation. **(Un rodal de 25 años de edad, de Calophyllum, poco después de un fuerte entresaque. El d.a.p. promedio es alrededor de 4 pulgadas. Los árboles están creciendo en una ladera cóncava (Arcilla Nipe), que ha sido mejorada grandemente por el crecimiento de esta plantación.)**

CASUARINA EQUISETIFOLIA Forst., Australian pine

Australian pine, native to a large area extending from India to northern Australia and many of the islands of the Pacific, is the most popular tree for planting in Puerto Rico. More than 20,000,000 seedlings have been planted, mostly for windbreaks, shade, and ornament. The wood is used chiefly for posts and stakes. It is not very durable, but it takes preservative treatment well.

Adaptability

Australian pine grows best on the sandy and sandy loam soils of the northern seacoast, receiving more than 50 inches of rainfall annually. On the south coast it thrives in areas where as little as 30 inches of rain falls annually. The tree does not grow well in the humid uplands, where it is sometimes subject to root rot. The main attribute of this species is its rapid growth on adverse sites at low elevations.

Casuarina grows well near the coast, almost irrespective of soil conditions. This applies to soils derived from limestone, both in subhumid or semiarid localities, and on very loose sandy or imperfectly drained soils bordering mangrove swamps. It is adapted to most of the shallow soils up to an elevation of about 1,000 feet.

Plantations are not generally satisfactory on the deep soils at higher elevations. On Nipe clay plantations have failed or develop very slowly. On heavy clays the trees become chlorotic and unthrifty.

Propagation and Establishment

Australian pine plantations are established with nursery stock. The tiny seeds, more than 300,000 to the pound, may be collected from the cones throughout the year. One-hundred pounds of fruits yield about 4 pounds of seed. The seed does not store well, losing half of its viability after 6 months whether at room temperature or 5°C.

Sowings are generally made in raised concrete beds because of insect and disease problems. The soil is soaked with the standard crude carbolic acid emulsion to eliminate ants, which otherwise carry away great quantities of seed. Smearing creosote in a line on the concrete edge of the bed will retard reinfestation. Damping off is controlled by pre-sowing seed treatment with Spergon, a product of the U. S. Rubber Co. and soil sterilization with Bordeaux mixture. The seedlings are sprayed with 3-4-50 Bordeaux mixture once a week until out of danger. The concrete beds are covered with portable sheets of metal roofing about 4 feet above the soil surface for protection against heavy rains.

From 1 to 1.25 pounds of seeds are sown per 100

Fig. 5 — Poor growth of Calophyllum in the same general locality of Fig. 4 but in a severely eroded site (Nipe clay). (Crecimiento pobre de Calophyllum en la misma localidad general que la figura anterior, pero en un sitio severamente erosionado (Arcilla Nipe).

square feet of bed area. The seeds should be covered with about ½ inch of sand or compost. Germination requires 8 to 10 days. The percentage is generally between 15 and 25. After 8 to 10 weeks the seedlings are 8 to 10 inches tall. Selective lifting should begin before this time, however, if individual seedlings reach this size ahead of the others. Weekly selection of the largest will provide stock for transplanting over an extended period of time. About 100 to 120 seedlings should be produced per square foot of seedbed.

The seedlings are placed in transplant beds in rows 6 inches apart with a spacing of 1 or 2 inches within the row. Transplant stock is sturdier than seedling stock and develops superior root systems. Under favorable weather conditions transplanting survival is high. After 2 or 3 months the transplants are 18 to 24 inches tall and ready for lifting. Nursery stock carefully packed, with roots in wet moss and kept away from exposure and wind, may be stored a week without loss.

Field planting is done at spacings of 6 x 6 or 8 x 8 feet, or sometimes as close as 3 x 3 feet, if the farmer wants stakes from early thinnings. Brush is cleared if it is very dense.

Weeding is confined to circular areas of about 2 feet in radius around each tree. Unless vine growth is heavy weeding should be unnecessary after the first year, certainly after the second. Young trees need protection from grazing.

EUCALYPTUS ROBUSTA Smith
Swamp Mahogany

Eucalyptus robusta is native of New South Wales and Queensland but is widely distributed in subtropical and tropical countries. This species has been planted more widely than other species in Puerto Rico, chiefly on public forest lands since 1940. The wood has not been used locally because the plantations are mostly still young.

Adaptability

Eucalyptus robusta has proven outstanding in its capacity to grow well on degraded soils above 2,000 feet elevation. Its best growth is in the central mountains at 3,000 feet elevation where the rainfall is 80 to 110 inches and on the deep soils derived from andesites, tuffs and shales (Los Guineos

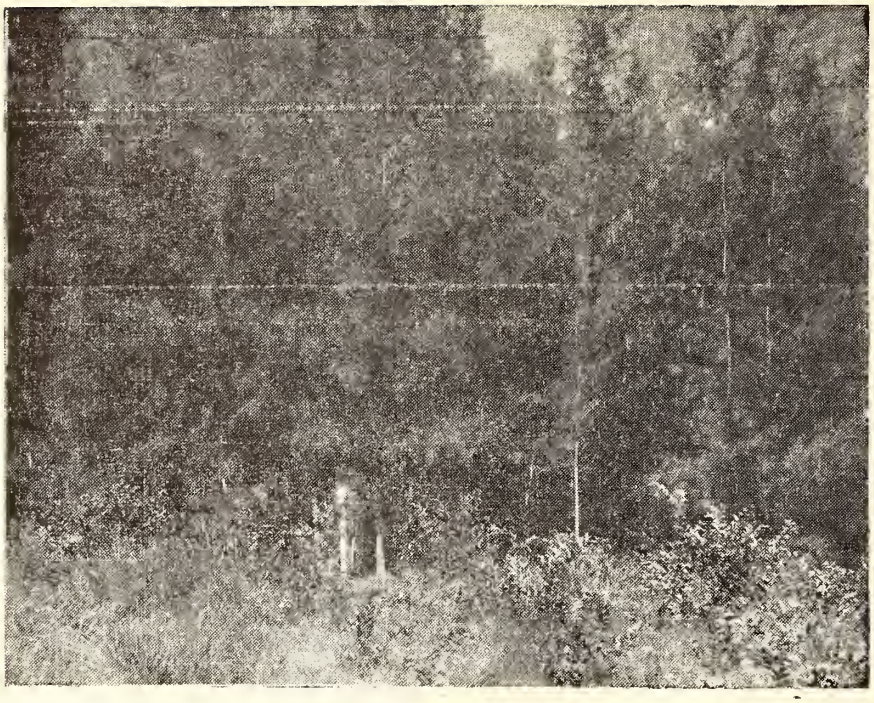


Fig. 6 — A young stand of Casuarina established on an adverse site (ridge). The foreground shows the grass and shrubs (Psidium) prevalent in this heavily grazed area. (Un joven rodal de Casuarina establecido en un sitio adverso (cresta de risco). Al frente se ven las yerbas y arbustos (Psidium) que prevalecen en este área de intenso pastoreo.)

and Catalina series). On the infertile Nipe and Rosario serpentine soils it also grows well. In a highly weathered and infertile soil of the Nipe series, 24-year old trees are still growing at the rate of .33 inches in diameter per year. A small stand on degraded Los Guineos clay at about 2,000 feet elevation had an average diameter at breast height of 6.5 inches and an average height of 38 feet at an age of 7 years. Below 1,000 feet elevation growth is slower and trees of very poor form are produced.

Establishment

Fresh fruits weigh 500 to the pound. One pound of fresh fruits produces 16 grams or 63,000 seeds. There are 1,849,000 seeds to the pound excluding seed-like particles which fall out of the fruits with the seeds. Fruits are produced in abundance.

The nursery requirements for this species are the same as for **Eucalyptus** sp.

Stock which has been well spaced in the nursery with well-developed stems and which is 18 to 24 inches in height survives best. With good planting material a survival of 80 percent or over can be obtained on humid sites, using bare-rooted seedlings. Seedlings are spaced 8 x 8 feet in plantations. In brushy areas lines are cut through before planting. Replanting should be done not later than the first year to insure uniform stands. Seedlings should be kept free of weeds and vines for at least 2 years if weed competition is intense.

EUCALYPTUS Sp., Eucalyptus

Formerly considered as **E. resinifera**. Identification by specialists has failed to show the presence of this species among the material submitted. Apparently what we have been calling **E. resinifera** is a group of several types and species in which **E. kirtoniana** F. v. Muller, **E. rostrata, E. robusta,** hybrids, and possibly other species are included. The trees grow rapidly and to a large size. Most local plantations are young so there has been little utilization here to date.

Adaptability

Eucalyptus sp. has been extensively planted on public forest lands above 1,500 feet elevation and

to some extent by private landowners in middle to lower elevations in humid parts of the island.

This group is outstanding because it grows rapidly and with great thriftiness at low elevations, while most other species of eucalyptus show a marked preference for the cooler environment of the higher mountains. At present only isolated trees of this species are growing, but at about 3,000 feet elevation extensive plantations have been established on Los Guineos, Catalina and Alonso soils. Here trees attain 40 to 50 feet in height and 7 inches in diameter in 5 years. Growth is also very satisfactory in the western mountains on poor Nipe clay at about 2,000 feet elevation.

Establishment

Germination of the seed is 40 to 50 percent. Seeds are sown in flats or concrete beds because the seedlings are delicate and need protection from the weather and from diseases and insects. The soil is soaked with the standard crude carbolic acid emulsion to eliminate ants which otherwise carry away the seeds. Smearing a heavy line of creosote at the base of the concrete bed also helps to avoid attack by ants. Beds are kept shaded during and shortly after germination. One or two pounds of seed are sown per 100 sq. ft. of bed area. Between 12,000 and 16,000 seedlings are obtained per pound of seed.

Lifting seedlings for transplanting to nursery beds starts after about 50 days, but smaller seedlings can be held for some time afterwards, to be lifted gradually as they reach the proper size. The best size for transplanting to nursery beds was found to be between 2 and 4 inches. A survival of 90% or better is obtained when transplanting to nursery beds. Seedlings should be spaced at least 3 x 6 inches in the nursery beds. The amount of cull stock increases sharply when closer spacing is used. The seedlings are ready for lifting after 2 months in the nursery beds or roughly after 4 months from sowing. Seedlings are suitable for planting when 18 to 24 inches tall. Potted seedlings are planted when only about 12 inches tall.

In block plantings seedlings are spaced from 6 to 8 feet. Replanting should be done not later than the first year to insure uniform and closed stands. In the humid interior bare-rooted seedlings survive well. In drier areas 80 percent survival has been obtained using tar-paper pots. Seedlings need to be kept free of weeds for at least 2 years if competition is intense.

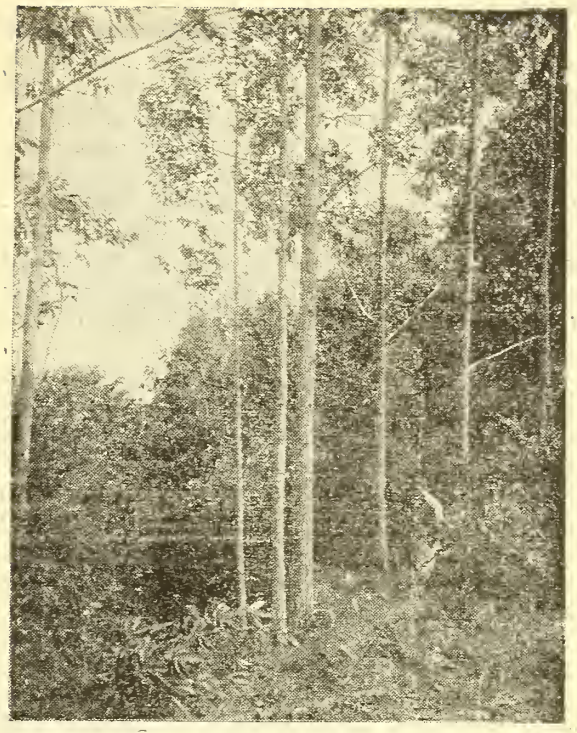


Fig. 7 — Eucalyptus trees 8 years old, in a protected slope at about 2,800 feet elevation on the deep soils of the uplands. (Eucaliptos de 8 años, en una ladera protegida, a cerca de 2,800 pies de elevación, sobre los suelos profundos de las alturas.)

SCIACASSIA SIAMEA (Lam.) Britton, Siamese Cassia

Siamese cassia is a rather recent introduction from Burma but is widely planted as a roadside tree for windbreaks, fence-row plantings, and for ornament. It is popular because of its capacity to grow on poor sites and with little care. Apparently it is not browsed by cattle. There are reports of its being easily broken by strong winds. Its wood as yet has been little used although some farmers have used it in construction of rustic buildings.

Adaptability

Cassia has been planted mostly in humid parts of the island (more than 50 inches of rainfall annually) near the coast, but the species has also proven adaptable to the mountainous interior (80 to 100 inches rainfall). It is less common in dry areas but a plantation growing where only 30 inches of rainfall are received annually, reached about 18 feet in height in 5 years.

Cassia is suited to most soils of Puerto Rico. It is most common and probably does best on the coastal plain.

Establishment

Nursery stock is used for establishment. Some natural reproduction occurs close to old trees, which can also provide planting material. About 16,300 seeds make up a pound. Twenty pounds of seed are produced from every 100 pounds of dry pods. Seeds treated with concentrated sulfuric acid (36 normal) for 10 to 30 minutes germinated more than 90 percent within 6 days. Germination of untreated seed is slow and unreliable, continuing after 40 days. Seeds store well at room temperature but since trees bear fruits nearly the year round there is little need of seed storage.

Seed is usually broadcasted in the nursery, using about ½ pound of dry seed per 100 sq. ft. of bed area. Sand and compost are used to cover the seeds. For drill sowing the widest spacing used in an experiment 3 x 6 inches produced the best stock. When using untreated seeds, the majority of the seedlings are ready for lifting about 5 months after sowing. Seedlings are generally free from disease or insect attack although trees in plantations are subject to the attack of scale insects in exposed situations. Planting survival has generally been low, 25 percent or less. Cutting stock back has failed to increase survival. Ninety-five percent survival was obtained from planting seedlings which were dormant because of dry weather at the nursery. These seedlings were 10 to 12 inches tall, and 5 to 6 mm. in diameter, and were woody and without young growth. Their high survival indicates the desirability of dormancy in the planting stock.

Broadcasting and direct seeding in prepared spots in the field failed on a poor site. The broadcasted seed germinated well but most of the seedlings were overcome by herbaceous vegetation. Acid treatment might have assisted materially as a few of the more rapid-growing seedlings soon dominated the grass. Survival in seed spots was low and growth of the seedlings was poor. Nursery stock is apparently the best planting material.

In plantatoins trees are spaced 6 x 6 or 8 x 8 feet. Close planting is preferable since the trees have a tendency to fork low. For windbreaks one or two rows spaced 5 or 6 feet apart are used.

Weeding is confined to circular areas around each tree. Unless vine growth is heavy, weeding should be unnecessary after the first year.

SWIETENIA MAHAGONI Jacq., West Indian Mahogany

West Indian mahogany is native to some of the West Indies and Florida but not to Puerto Rico. The oldest trees in Puerto Rico are from seed introduced from Santo Domingo about 100 years ago. In Tropical America most plantings of mahogany have been made for shade and ornament rather than to produce wood. In Puerto Rico satisfactory plantings of West Indian mahogany now cover about 3,000 acres. Being among the first extensive mahogany plantations in the Caribbean, these were in great part exploratory and experimental. The trees are still young and the success of this venture cannot yet be reliably predicted. It has been estimated that about 6 million board feet of lumber could be produced annually in the areas suited for mahogany and which at present are mostly deforested lands submarginal for agriculture.

Adaptability

The best stands in the government forests are growing on soils derived from serpentine rock which are among the most infertile soils in the island. The trees are found in the lower slopes, however, where the soils are relatively deep and in protected locations. On exposed ridges the trees remain short and develop wide crowns. Mahogany grows well also on limestone slopes where the annual rainfall varies between 30 and 70 inches. Here although the soil is very shallow the roots develop good anchorage in the limestone.

Mahogany has generally failed in limestone areas with an annual rainfall of 80 inches or more. Here the best trees are confined to the cliffs and other very well drained areas. It has also proven unsuited to the central mountains where annual rainfall is 80 inches or more. The best growth seen in the mountains is on a loose, coarse soil (Panduras) derived from quartz diorite where drainage is very rapid. This species might be tried elsewhere under similar conditions.

Establishment

Natural regeneration is generally common under the older plantations. Regeneration comes in thick up to a few hundred feet from the old trees. To date, however, all plantations have been established artificially with nursery stock. Nursery propagation of mahogany is simple. Germination from fresh seed is 80 percent or more and starts 2 to 3 weeks after sowing. It is completed within one week. About 3,200 seeds make a pound. One-hundred pounds of fruit produce about 10 pounds of seed. Seed stores well at room temperature. Fifty percent germination has been obtained after 6 months of storage.

Sowing is done in open nursery beds, either broadcast or in drills. With drills, seeds are spaced every 3 inches in rows spaced 6 inches apart. Seed is broadcasted at the rate of 1 pound per 100 square feet of bed area. Seedlings are ready to lift in about the sixth month.

Seedlings raised in the sun grew slower at first than in the shade but by the time of lifting the relationship had reversed. Shade at the time of germination and for the first 3 months, after which the seedlings receive gradual exposure to full sunlight would be the best combination. Shade seems to be

particularly necessary during dry periods or in dry climates. Mulching of beds with about 2 inches of casuarina needles during dry weather increased survival and thriftiness. Seedlings are ready to lift about 6 months after seed sowing.

Planting bare-rooted seedlings in dry areas often results in very low survival. High survival can be obtained by potting the stock in tar-paper pots or similar containers, a month or more before planting.

Plantations are usually established at a spacing of 6 x 6 feet. The stands show some variability as to density and thriftiness with minor site differences. An attempt to interplant four rows of mahogany between two rows of Siamese cassia was unsuccessful because the mahogany was outgrown and suppressed.

This species is well adapted to underplanting beneath a light shelterwood, a system which has proved superior to open solid plantings. Not more than 200 trees per acre are needed under such conditions. Trees have also become established successfully either in lines cut through high brush or beneath openings in the canopy which allow growth of the mahogany. The advantages of this use of shade are (1) great economy in maintenance and weeding, (2) better formed trees, (3) probably lower attack of shoot borer, (4) better thriftiness and growth since the site improves faster under natural forest growth, (5) greater protection from extremes of weather, and (6) revenue can be obtained at short intervals from fuelwood and posts harvested from the "nurse crop".

One of the most promising developments in West Indian mahogany establishment is direct seeding. Seed spots of 10 seeds each were made in a shallow rocky limestone soil in the north coast where the annual rainfall is about 60 inches. The canopy was made up of brush about 12 feet tall. The seed spots were made in rows which were cleaned out but side shade between the rows was left. After 1 year survival was 40 percent, and nearly all the spots had some trees. The trees are growing well and are of good form, the tallest about 6 feet after 4 years. This method has failed in drier localities or where prolonged drought killed the germinating seedlings.

The cedar shoot-borer **(Hypsipyla grandella)** is the most important insect pest of mahogany (8, 9, 19, 20, 24). In thrifty stands it does not seem to affect either the form or the vigor of the trees. On the other hand, where the species is not well adapted, particularly where completely exposed to the sun, repeated attacks of the shoot-borer produce shrubby trees. In some instances nursery seedlings have been severely defoliated by the leaf blight (1). This is also severe in older stands in humid localities.

Fig. 8 — Typical open grown 15-year old West Indian mahogany in a dry location. The tree at the extreme right was replanted at a later date and is growing straight because of side shade. (Swietenia Mahogani de 15 años creciendo en sitio abierto y seco. El árbol del extremo derecho fué replantado más tarde y crece derecho debido a la sombra lateral.)

TABEBUIA PALLIDA, Miers., Roble

Roble is a member of the family Bignoniaceae and is related to many other important members of this genus elsewhere in Latin America. This species is confined to certain of the Antilles. It has proven to be an outstanding pioneer species in the reforestation of impoverished lands. Its wood is useful for ox yokes, railroad ties, and poles for rural house construction. Roble rapidly becomes established naturally on abandoned pastures. Within a few years a thick stand of saplings develops.

Adaptability

Roble is common from sea level to elevations of 3,000 feet. It is one of the first useful tree species to invade degraded Nipe soils. It is at its best in the deep degraded Los Guineos or Catalina clay soils of the humid interior. It also occurs on the shallow soils in the uplands but less commonly. It is relatively uncommon in dry sections of the island.

Establishment

Fruits are produced abundantly in the spring and summer. An extraction factor of 25.6 was found. Seeds are winged, small, and borne in a capsule. Counts show between 21,000 and 32,000 seeds to the pound, depending on the moisture content.

Roble has been grown in the nursery only on an experimental scale. Wildings are found in abundance and have proven to be the best stock for planting. Germination starts in 10 to 12 days and ends about 2 weeks later. Germination of fresh seed is about 60 percent but declines rapidly with storage. Storage of the seed is more successful if it is dried or refrigerated. Undried seed stored for 1 month at room temperature and at 5°C was not viable. When dried to 25 percent of the original moisture content germination after 2 years was 50 percent at room temperature and 54 percent when stored at 5°C.

Wildings are as cheap or cheaper than nursery grown stock. They have thick stems and well-developed root systems which make them more hardy. They also have the advantage of being ready whenever they are needed. In nature wildings remain suppressed for years, during which time they remain of suitable size for planting.

A study on cutting back wilding stock of different size showed that survival was more than 75 percent despite a severe drought. Survival was highest

Fig. 9 — A natural stand of Tabebuia resulting from a rapid invasion of overgrazed pastures. (Un rodal natural de Tabebuia después de haber invadido rápidamente a unos pastos sobrepastoreados.)

with seedlings of 11 mm. in diameter and 2 feet tall (the largest size). It was also shown that unless weight of the stock needs to be reduced appreciably, **roble wildings should not be cut back for planting.** Both wildings and seedlings lose their leaves after planting and require about 6 months to resume growth.

Direct seeding has been a failure. The seedlings grow very slowly while small and do not complete well with dense vegetation. The success of this species in invading pastures is in part due to the enormous quantities of seed produced. Plantings should be spaced not more than 6 x 6 feet to make possible the rapid development of a ground cover. After 2 years seedlings find their way through the vegetation but prior to this vines and tall brush should be removed around each tree. Often not more than one weeding is necessary.

LITERATURE CITED

1. ALVAREZ GARCIA, L. A. 1939. A mahogany seedling blight in Puerto Rico. Carib. Forester 1 (1): 23-24.
2. BEARD, JOHN S. 1944. A silvicultural technique in Trinidad for the rehabilitation of a degraded forest. Carib. Forester 6:1-33.
3. ———— 1942. Summary of silvicultural experience with cedar (**Cedrela mexicana** Roem) in Trinidad. Carib. Forester 3:91-102.
4. BETTS, T. F. 1941. The tiv plantations. Farm and Forest 2 (3).
5. BONNET, J. A. 1947. The soils of the coffee area of Puerto Rico. Coffee Symposium. American Society of Agricultural Sciences, Río Piedras.
6. BROOKS, R. L. 1941. The regeneration of mixed rain forest in Trinidad. Carib. Forester 2(4):161-173.
7. CATER, J. C. 1940. Notes on **Calophyllum lucidum** Benth. Carib. Forester 2(1):1-5.
8. FORS, A. J. 1941. Informe sobre plantaciones forestales en Cuba. Carib. Forester 2(3):138-140.
9. ———— 1944. Notas sobre la silvicultura del cedro. (**Cedrela mexicana** Roem.) Carib. Forester 5:115-118.
10. ———— Selvicultura del ocuje. Mimeographed report. Dirección de Enseñanza y Propaganda Agrícola, Servicio de Publicidad y Divulgación, Ministerio de Agricultura, Cuba.
11. ———— Selvicultura de la caoba. Mimeographed report. Dirección de Enseñanza y Propaganda Agrícola, Servicio de Publicidad y Divulgación, Ministerio de Agricultura, Cuba.
12. GILORMINI, JOSE A. 1947. Manual para la propagación de árboles y el establecimiento de plantaciones en Puerto Rico. Departamento de Agricultura y Comercio.
13. HOLDRIGE, L. R. 1940. **Calophyllum antillanum,** a desirable tree for difficult planting sites. Carib. Forester 1(2):27-28.
14. ———— 1936. Caoba — Notas generales y las posibilidades de su uso por los dueños de terrenos en Puerto Rico para obtener ingresos adicionales. Revista de Agricultura de Puerto Rico. Suplemento, 25-30.
15. ———— 1943. Comments on the silviculture of **Cedrela.** Carib. Forester 4:77-80.
16. ————. 1942. Trees of Puerto Rico. Occasional Papers 1 and 2. United States Department of Agriculture, Tropical Forest Experiment Station.
17. MARRERO, JOSE. 1946. El cultivo del Eucalipto en la sierra del Ecuador. Carib. Forester 7:57-69.
18. ————. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest, past experience as a guide to the future. Carib. Forester 9:85-214.
19. MARTORELL, LUIS F. 1945. A survey of the forest insects of Puerto Rico Parts 1 and 2. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 29:69-608.
20. MARSHALL, R. C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago. Oxford University Press. London. 247 pp.
21. MARTINEZ ORAMAS, J. 1942. Planting with tar paper pots on difficult sites in Puerto Rico. Carib. Forester 3:158-163.
22. RAGHAVAN, M. S. 1947. Casuarina plantation technique in the Madras Province. Indian Forester, 73(6).
23. ROBERTS, R. C. 1942. Soil survey of Puerto Rico. United States Department of Agriculture, Washington, D. C. 503 pp.
24. ROIG Y MESA, JUAN T. 1946. El estado actual de las plantaciones de cedro (**Cedrela mexicana**) en la isla de Cuba. Carib. Forester 7:93-102.
25. SOCIETY OF AMERICAN FORESTERS. 1944. Forest terminology, a glossary of technical terms used in forestry. Washington, D. C. 84 pp.
26. TROUP, R. S. 1932. Exotic forest trees of the British Empire. Oxford University Press. London. 259 pp.
27. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1947. Manual de Conservación de Suelos. Washington, D. C.
28. WADSWORTH, F. H. 1944. Development of a maría plantation on a poor site. Carib. Forester 5: 57-69.
29. ————. 1947. Development of **Swietenia mahagoni Jacq.** on St. Croix. Carib. Forester 8:161-164.
30. ————. 1943. Roble, a valuable forest tree in Puerto Rico. Carib. Forester 4:59-76.
31. ————. 1943. The evaluation of forest tree species in Puerto Rico as affected by the local forest problem. Carib. Forester 4:54-58.
32. WOLCOTT, George N. 1946. What to do about polilla. University of Puerto Rico. Agricultural Experiment Station Bulletin No. 68.

(Traducción del artículo anterior)

La Reforestación de Tierras Degradadas de Puerto Rico

A través del mundo es un espectáculo corriente ver abandonada la tierra donde no tuvo éxito el cultivo agrícola. Frecuentemente tal abandono no es tanto debido a prácticas inadecuadas de laboreo como a la inherente incapacidad del área de ser cultivada o de sostener las cosechas. La creciente presión de la población hace del desarrollo de métodos simples de clasificación de la tierra de acuerdo con su óptimo uso permanente, una de las tareas más importantes de la ciencia moderna. El propio destino del hombre en la tierra depende en alto grado de la efectividad y de la premura con que él puede modificar su uso de la tierra para cumplir con este principio.

Gran parte del terreno que ya no puede cultivarse está tan degradado o significa tal amenaza a la protección de cuencas hidrográficas, que su retorno a tierra boscosa es claramente su uso más productivo, al menos por un período lo suficientemente largo para reconstruir el suelo. Este artículo considera las experiencias respectivas a la reforestación de tierras en ese estado en Puerto Rico.

En Puerto Rico es extensa el área que necesita de una cubierta forestal. La densa población ha roturado hasta su límite muchas áreas que nunca han debido ser deforestadas. Otras tierras mejores necesitan protección por lo menos durante un turno forestal antes de que las cosechas agrícolas puedan producir rendimientos satisfactorios. Esta misma población densa depende en alto grado de los ríos para suplirse de agua para consumo doméstico, para riego agrícola y para suministrar energía a la industria. Al justificar la conservación de muchas áreas cubiertas de bosques se coloca la protección de cuencas hidrográficas en orden de importancia por encima de la producción de madera debido a la topografía accidentada y las fuertes lluvias en las fuentes de abastecimiento de agua. Se cree que unas 700,000 acres o sea el 32 por ciento de la superficie de la isla debe conservarse cubierta de bosque, además de unas 175,000 acres de cafetales forestados. En el presente sólo cerca de 580,000 acres están cubiertas de bosque.

Algunas veces la reforestación de terrenos cultivados abandonados ha resultado difícil. El suelo desnudo o cubierto de pastos presenta un ambiente tan diferente al bosque que solamente unas pocas especies forestales pueden establecerse en él. El calor, el viento y la evaporación son extremos y el suelo a menudo se torna compacto y deficiente en materia orgánica. La vegetación herbácea puede ofrecer una seria competencia. Por lo regular las especies rústicas, primeras colonizantes que espontáneamente reforestan áreas desnudas no constituyen luego las especies prominentes de los bosques maduros ni tampoco producen las mejores maderas. Por lo tanto, al seleccionar las especies se requiere usualmente un término medio entre rusticidad y calidad de la madera. Según asevera Oliphant (4) al describir la reforestación en el Africa Occidental: "El uso de las especies madetables más valiosas que componían el bosque virgen ha resultado poco sabio, por lo menos sin haber efectuado extensas investigaciones por anticipado. En áreas tales, es preferible lograr un bosque aunque sea pobre, antes que no tener ninguno." Los fracasos que han caracterizado a muchos esfuerzos de reforestación tropical se deben a conocimientos incompletos en cuanto a (1) la adaptabilidad de los árboles plantados o (2) al ambiente en donde se siembran los árboles. Aquí se describen las características de ciertos sitios degradados junto con la aparente adaptabilidad a ellos de especies seleccionadas.

Las dificultades de establecimiento de especies madereras buenas en suelos degradados y hoy día desnudos es de esperarse que desaparezcan después que el terreno lleve cierto período de tiempo cubierto de vegetación forestal. La función primordial de la primera cosecha forestal puede ser la restauración del medio en vez de la producción de madera y las especies forestales que han de plantarse deben elegirse, por lo menos en parte, por su capacidad de efectuar este cometido. En Puerto Rico este problema tiene su paralelo en el establecimiento de árboles de sombra de café en tierras desnudas. Es una práctica común aquí el establecimiento de un cultivo tutor rústico —los plátanos— bajo los cuales puedan establecerse los menos rústicos árboles de **Inga**. Luego los plátanos cubiertos por la sombra de las **Ingas** pueden eliminarse parcialmente, si es necesario, para proveer más espacio para la cosecha tercera y primordial, el café.

ALGUNAS TIERRAS DEGRADADAS DE PUERTO RICO, QUE NECESITAN REFORESTARSE

La vegetación climácica de todo Puerto Rico es el bosque y en términos figurativos, si se le diera suficiente tiempo y no se perturbara, la isla se re-

forestaría natural y espontáneamente. Sin embargo, en las tierras agrícolas abandonadas cuyo suelo se ha "trabajado" en demasía, este proceso sucesional sería lento y durante mucho tiempo produciría sólo árboles inferiores. Por lo tanto, la función de la reforestación artificial es meramente acelerar el establecimiento forestal o asegurar los rendimientos máximos iniciales.

La sucesión ecológica natural de las tierras desforestadas, de vuelta hacia el bosque, es retardada por el deterioro del suelo. En los suelos arcillosos del interior, el somosuelo generalmente se ha ido y sólo resta un subsuelo infecundo, altamente lavado y compacto. En las áreas secas el deterioro se debe principalmente a la exposición a temperaturas y evaporación más altas. Sólo las especies rústicas pueden invadir y establecerse en sitios deteriorados y abiertos.

Las tierras degradadas se encuentran en todas partes de Puerto Rico. En este artículo aparecen descritas en tres grupos amplios: los suelos profundos de las alturas, los suelos someros de las alturas y las áreas costaneras. Se ha seguido el sistema de clasificación de suelos de Roberts (23).

Los Suelos Profundos de las Alturas

Las series edáficas más importantes de este grupo que constituyen las tierras degradadas que necesitan reforestarse son las series Catalina, Cialitos, Los Guineos, Alonso y Nipe. Su situación altitudinal fluctúa entre 500 pies o más de elevación hasta cerca de 4,000 pies, pero se encuentran en su mayor parte entre los 1,000 y los 3,000 pies. La mayoría de los suelos se encuentran en colinas inclinadas con numerosas vías de drenaje. Con la excepción de la serie Nipe, los suelos contienen piedras grandes en la superficie y a través de todas las capas del suelo.

La precipitación anual varía entre 80 y 150 pulgadas. El avenamiento es especialmente efectivo en la serie Nipe y es adecuado en casi todas las otras series, con excepción de las arcillas Los Guineos y Cialitos, las cuales tienen un avenamiento imperfecto en las áreas más húmedas en las elevaciones más altas. La acidez (pH) fluctúa entre 4 y 7 (5). Por lo general estos suelos son deficientes en cal y en fósforo.

Los suelos superficiales se trabajan con facilidad porque son de textura favorable pero los subsuelos son pesados y muy ácidos. Los suelos de las series Alonso y Catalina son los más fértiles. La serie Nipe que se deriva de serpentina es uno de los suelos más infecundos de la isla, tiene un alto contenido en óxidos de hierro y aluminio y un bajo contenido en bases. Cuando está degradada el residuo es casi hierro puro.

Estos suelos, excepto la serie Nipe, se adaptan a una gran variedad de cultivos pero se usan principalmente para café debido a la inclinación, la elevación y la inaccesibilidad.

Los Suelos Someros de las Alturas

Según Roberts, el acreaje total de éstos es mayor que el de cualquier otro de los grupos de suelos de Puerto Rico. Se encuentran a través de toda la parte alta de la isla. Muchos de ellos son pedregosos. La roca madre se encuentra a una profundidad de menos de 18 pulgadas de la superficie.

Estos suelos tienen una variedad más amplia en cuanto a relieve y precipitación que los suelos de cualquier otro grupo. El clima donde se encuentran varía desde árido hasta húmedo y el relieve desde el plano hasta el precipicio. Debido a su pedregosidad, superficialidad, relieve desfavorable, clima seco o una combinación de uno o más de estos factores, del 60 al 65 por ciento de este área está cubierto de yerba, cerca de 15 por ciento de árboles, cerca de 15 por ciento de maleza, y los cultivos de subsistencia y el café sólo constituyen del 5 al 10 por ciento. En países menos poblados que el nuestro, la mayoría de los suelos en este grupo serían clasificados como de poca o ninguna importancia agrícola.

Debido a lo accidentado del relieve y a la naturaleza porosa del substrato, todos los suelos de este grupo están bien drenados o excesivamente drenados, con excepción de unas áreas de coladura. La elevación y la precipitación varían desde el nivel del mar a lo largo de la árida costa sur (precipitación entre 25 y 30 pulgadas) hasta las áreas de elevada precipitación en el interior (más de 100 pulgadas). A elevaciones de más de 3,000 pies, el relieve inclinado y la superficialidad de muchos suelos los hacen fisiológicamente más secos de lo que indicaría su precipitación anual.

Los suelos que reciben mucha precipitación son ácidos (los suelos de la serie Naranjito tienen un pH de menos de 5.0), mientras que los suelos de regiones áridas tienen un pH de cerca de 7.5. El color del suelo fluctúa entre rojizo en la serie Naranjito y pardo claro en las áreas más secas.

En este grupo están incluídos los suelos de las series Colinas, Soller, Aguilita, Tanamá y Ensenada, todos derivados de la caliza terciaria; los suelos de las series Descalabrado, Múcara, Picachos y Naranjito, derivadas principalmente de esquistos y tufas cretáceas y en parte de rocas ígneas, en su mayoría andesíticas; de la serie Yunes, derivada de esquistos y riolita; de la serie Rosario, derivada de serpentina y finalmente la tierra pedregosa tosca, derivada en su mayor parte de rocas ígneas duras.

Debido a las características del suelo y del clima los dos usos sobresalientes de estos suelos son el cultivo forestal en las secciones húmedas y la producción de forraje en los sectores áridos, semi-áridos y sub-húmedos.

Areas Costaneras

A continuación se inserta una descripción general de los suelos de la planicie costanera, según Roberts (23):

"Los suelos en este grupo tienen muchas características en común. Son profundos, casi llanos, sólo razonablemente fértiles y fluctúan entre neutrales y fuertemente ácidos. Sin embargo, varían en textura desde la arena hasta el barro y en color desde el rojo al amarillo y desde casi negro hasta casi blanco. Han sido subdivididos de acuerdo con sus características físicas en 4 grupos, que también agrupan los suelos adaptados a cosechas específicas. Las cuatro subdivisiones son: compactos, friables, muy friables y sueltos. Los suelos compactos de las planicies costaneras son más difíciles de laborar que cualquier otro de la isla debido a sus subsuelos pesados, duros e impermeables".

La degradación del suelo no está confinada a ningún grupo único de suelo ni a ningún conjunto de condiciones. Se la encuentra en la mayoría de los grupos de suelos, siendo menor en las tierras bien cultivadas, planas o casi planas o en los cafetales bien cultivados. La erosión ha tenido lugar en todas las áreas, siendo más pronunciada en las laderas más inclinadas, en los suelos más erosionables y allí donde se practica la agricultura nomádica.

ALGUNOS ARBOLES PARA SITIOS DEGRADADOS

Algunos Atributos de las Especies Forestales de Buen Exito

Las especies forestales que han de seleccionarse para la reforestación de sitios degradados deben poseer por lo menos algunas de las siguientes características:

Capacidad de sobrevivir a la siembra bajo condiciones adversas.— Los suelos degradados se tornan a menudo compactos debido al cultivo, al pastoreo o por exposición del subsuelo pesado. Algunas de las arcillas pesadas están mal drenadas, por lo tanto los semillones deben resistir el anegamiento o el drenaje lento por largos períodos de tiempo. La acción de la exposición al sol y a los vientos secantes es frecuentemente severa. A menudo en el mismo área tienen lugar a la par humedad excesiva y sequía durante diferentes épocas del mismo año.

Crecimiento rápido.— El crecimiento rápido es importante particularmente durante los primeros años porque mientras más temprano se libren los arbolitos del alcance de bejucos y cizañas, más barato será su establecimiento. También, un cierre temprano del dosel es deseable para que así la presencia de la cubierta forestal ayude a mejorar pronto el medio estacional.

Capacidad de resistir la competencia de bejucos.— Los sitios degradados que han estado bajo cultivo están por lo general dominados por bejucos y lianas. Las lianas de crecimiento rápido como **Ipomoea** pueden eliminar a casi cualquier especie forestal si no se las contrarresta mediante desyerbo. Las yerbas altas, tales como **Sporobolus** también ofrecen intensa competencia al establecimiento forestal.

A continuación aparecen descritas ocho de las especies forestales de más éxito en Puerto Rico en la reforestación de sitios degradados:

BYRSONIMA SPICATA Cav. DC., Maricao

El maricao no ha sido plantado en gran escala debido a la baja supervivencia obtenida en las primeras siembras. Estas siembras indican que la especie es rústica y que puede usarse en sitios degradados. Crece rápidamente y los rodales están medrando bien en sitios pobres. En época de floración el árbol es atractivo como ornamental. La madera se informa como buena para la construcción y otros propósitos generales.

Adaptabilidad

El maricao es común en bosques secundarios y en la maleza. No es exigente en cuanto a sus requerimientos de medio estacional. Se encuentra a través de las áreas húmedas desde el nivel del mar hasta grandes alturas, tanto en suelos someros como profundos, pero no se encuentra en bosques secos.

Establecimiento

Para su propagación se usa la fruta, una drupa globosa con una semilla dura. El árbol la produce en abundancia desde muy temprana edad. La reproducción natural no es abundante pero una vez establecidos, los árboles brotan vigorosamente de cepa. La germinación es baja y existen indicios de maduración tardía ya que la semilla almacenada por varios meses germina mejor que las frutas frescas. Si las frutas se siembran inmediatamente después de recogidas la germinación puede prolongarse hasta por espacio de un año. La siembra de 100 frutas frescas en los ombráculos de vivero produjo 30 posturas por cada 100 semillas regadas. Una siembra a voleo en el campo produjo una postura por cada 100 frutas regadas.

La sombra beneficia el desarrollo inicial de las

posturas. La remoción de bejucos que proyectan sombras sobre las pequeñas posturas puede ocasionarles la muerte. Las posturas bajo sombra parcial en el vivero tenían 16 pulgadas de alto seis meses después de plantadas. Las posturas del mismo lote que no estaban bajo sombra tenían sólo 11 pulgadas de altura. Un mes o dos antes del arranque debe removerse la sombra para que las posturas "endurezcan".

La supervivencia en plantación es generalmente baja. En dos plantaciones experimentales efectuadas ésta fluctuó entre 42 y 48 por ciento, a pesar de enfrentarse con condiciones favorables. Por lo general se necesita hacer una reposición de fallas. Se encontró que retardando la plantación hasta 16 días después del arranque no afectaba adversamente a la supervivencia, si las posturas se dejaban en musgo mojado, en sitio protegido.

El crecimiento es rápido en la juventud del árbol. En suelos degradados los arbolitos de 3 años tienen de 3 a 6 pies de altura. El mejor atributo de esta especie es que los arbolitos pueden competir con los bejucos y por lo tanto necesitan pocos cuidados después de plantados. El espaciamiento en plantación no debe ser más de 6 pies ya que los árboles que crecen en campo abierto adquieren copas anchas y mala forma. Para lograr rápido crecimiento los árboles necesitan luz vertical plena.

CALOPHYLLUM ANTILLANUM (Jacq.), Britton María

La maría es nativa de la costa norte de Puerto Rico. Su madera se usa principalmente en construcciones generales. Aunque se la considera "muy susceptible" al ataque de la polilla (32), en otros países se ha usado extensamente para construcciones navales, pisos y muebles. En Puerto Rico el árbol no ha sido atacado por ninguna enfermedad[1] molesta ni por insectos.

Adaptabilidad

La maría crece bien en la mayoría de los sitios degradados de Puerto Rico, Aunque el árbol es nativo de la planicie costanera, prefiriendo sus suelos arenosos, ha sido posible establecer plantaciones satisfactoriamente en el interior hasta a 2,000 pies de elevación, en la región serpentinosa (Fig. 4 y 5) y en suelos someros, calizos y rocosos que son fisiológicamente secos. Su crecimiento en la región de suelo serpentina ya ha sido descrito (28).

[1] Hemos sido informados recientemente que en El Salvador una enfermedad epidémica de gran virulencia está matando rápidamente los rodales de **Calophyllum.**

Establecimiento

Por lo general la reproducción natural de maría es densa. Los árboles fructifican abundantemente desde octubre hasta febrero. Los pájaros, murciélagos y ratones ayudan en su dispersión natural, con el resultado de que grupos de semillones pueden verse a menudo bajo árboles de otras especies.

Una característica importante de la maría es que puede establecerse por siembra directa, que por lo general es más barata que el sistema de plantación y mucho más práctica en suelos rocosos someros. Ocasionalmente se encuentran semillas huecas pero éstas pueden reconocerse haciendo un examen cuidadoso. Para mayor seguridad, se siembran a menudo dos semillas o más en cada hoyo. No han tenido éxito los esfuerzos hechos por germinar la semilla antes de la siembra para así eliminar las semillas malas, pero una vez germinadas las semillas son sensitivas a la sequía y a menudo mueren cuando se siembran en ese estado. En Trinidad usan material de vivero pero en Puerto Rico, debido a la elevada mortalidad al usar ese método, ha resultado más práctica la siembra directa.

El mayor atributo de la maría es su habilidad de dominar en el sitio sin precisar mucha ayuda. Las posturas pueden competir bien con la yerba alta, los helechos y las lianas. En los sitios más pobres las semillas se riegan con un espaciamiento tan estrecho como 5 pies por 5, de manera que se acelere el cierre del dosel. Esto asegura la producción de árboles más rectos, pues la especie tiene la tendencia de asombrillarse.

En áreas sujetas a sequías repetidas puede que no se necesiten desyerbos, los cuales hasta podrían resultar dañinos, por exposición indebida e insolación. Sin embargo, en áreas húmedas, donde la vegetación herbácea tiene la tendencia de sobrepasar en altura a los árboles, es preciso desyerbar efectuando un cajeteado o corona de 3 pies de diámetro alrededor de cada arbolito, operación que se hace una vez al año por espacio de 3 o 4 años. Donde la competencia es especialmente pesada, puede que se necesiten dos tratamientos durante cada uno de los primeros años. Después del cuarto año sólo se necesita remover ocasionalmente los bejucos.

La importancia del desyerbo durante los primeros años fué demostrada en un pequeño experimento en un área donde los yerbajos principales eran la yerba de guinea **(Panicum)** y el **(Ipomoea).** Después de dos años la supervivencia en el cuartel desyerbado fué de 51 por ciento, en comparación con 12 por ciento en el cuartel sin desyerbar. Al cabo de cuatro años los árboles desyerbados tenían 8 pies de altura y los árboles sin desyerbar tenían solamente 4 pies de altura.

CASUARINA EQUISETIFOLIA Forst., Pino Australiano

El pino australiano, nativo de un área extensa comprendida desde India hasta el norte de Australia y muchas de las islas del Pacífico, es el árbol más popular para la plantación forestal en Puerto Rico. En esta isla se han plantado más de 20 millones de arbolitos, en su mayor parte para rompevientos, sombra y ornamento. La madera se usa principalmente para postes y espeques. No es de durabilidad sobresaliente pero toma muy bien el tratamiento con preservativos.

Adaptabilidad

Donde mejor crece el pino australiano es en los suelos arenosos y arenoso-lómicos de la costa norte, con más de 50 pulgadas de precipitación anual. En la costa sur medra en áreas donde caen hasta sólo 30 pulgadas de lluvia al año. El árbol no crece bien en las alturas húmedas, donde a veces se ve atacado por la podredumbre de la raíz. El atributo principal de esta especie es su rápido crecimiento en sitios adversos, a baja elevación.

La casuarina crece bien cerca de la costa sin casi importarle las condiciones del suelo. Esto se aplica tanto a los suelos derivados de la caliza, tanto en localidades sub-húmedas como semi-áridas y en suelos arenosos muy sueltos o en los suelos imperfectamente drenados que bordean a los manglares. Se adapta a la mayoría de los suelos someros hasta una elevación de 1,000 pies. Las plantaciones no son generalmente satisfactorias en los suelos profundos a altas elevaciones. En los suelos arcillosos Nipe las plantaciones han fracasado o se han desarrollado muy despacio. En los suelos pesados los árboles se han tornado cloróticos y no medran.

Propagación y Establecimiento

Las plantaciones de pino australiano se establecen mediante el uso de posturas de vivero. Las semillas pequeñas, de las cuales hay más de 300,000 en cada libra, pueden obtenerse en cualquier época del año. De cien libras de conos pueden extraerse cerca de 4 libras de semillas. La semilla no se conserva bien bajo almacenaje ya que pierde la mitad de su viabilidad al cabo de 6 meses lo mismo a temperatura ordinaria que a 5°C.

Debido al problema del ataque de insectos y enfermedades la semilla se riega en el vivero en eras altas hechas de hormigón. El suelo se empapa con una emulsión standard de ácido carbólico crudo, para eliminar las hormigas que de otra manera se llevarían gran cantidad de semilla. Para retardar futuros ataques, se unta creosota en una línea a lo largo del borde de la era de hormigón. El salcocho o enfermedad fungosa del vivero se controla si previo a la siembra se trata la semilla con Spergon, un producto de la U. S. Rubber Co. y se esteriliza el suelo de la era con caldo bordelés. Las posturas se atomizan con caldo bordelés 3-4-50 una vez por semana hasta que estén exentas de peligro. Las eras de concreto se protegen contra las lluvias fuertes mediante el uso de láminas portátiles de metal que se colocan a 4 pies sobre la superficie del suelo.

Se riegan de 1 a 1.25 libras de semilla por cada 100 pies cuadrados de era. Las semillas deben cubrirse con cerca de ½ pulgada de arena o composte. La germinación, que tarda de 8 a 10 días, es generalmente entre 15 y 25 por ciento. Después de 8 o 10 semanas las posturas tienen de 8 a 10 pulgadas de alto. Sin embargo, el arranque selectivo debe empezar antes de ese tiempo si algunas posturas llegan a ese tamaño antes que las demás. La selección semanal de las más grandes proveerá material de trasplante por un espacio extenso de tiempo. Deben producirse cerca de 100 a 200 posturas por pie cuadrado de superficie de era.

Las posturas se siembran en las eras de trasplante en líneas separadas seis pulgadas entre sí y con un espaciamiento de 1 o 2 pulgadas entre las posturas en las líneas. El plantón resultante del trasplante es más robusto que la postura sin trasplantar y desarrolla mejores raíces. Bajo condiciones favorables de tiempo la supervivencia del trasplante es elevada. Después de 2 o 3 meses los plantones tienen de 18 a 24 pulgadas de altura y están listos para el arranque. El material de vivero cuidadosamente empacado con las raíces en musgo húmedo y protegido contra la exposición y el viento, puede almacenarse por una semana sin pérdidas.

La plantación en el campo se hace usando un espaciamiento de 6 pies x 6 o de 8 pies x 8, o a veces hasta 3 pies x 3 si el agricultor necesita obtener espeques de los primeros aclareos. Debe aclararse la maleza si está muy densa.

El desyerbo en la plantación está confinado a un cajeteado de dos pies de radio alrededor de cada árbol. A menos que el crecimiento de bejucos sea intenso, no es necesario desyerbar después del primer año y ciertamente que no se necesita desyerbar después del segundo año. Los árboles jóvenes deben protegerse contra el daño que pueda ocasionar el pastoreo.

EUCALYPTUS ROBUSTA Smith

Eucalyptus robusta es nativo de Nueva Guiles del Sur y de Queensland pero está ampliamente distribuído en países subtropicales y tropicales. En Puerto Rico esta especie ha sido plantada más extensamente que ninguna otra, especialmente en

los bosques públicos desde 1940. La madera no ha sido usada localmente porque las plantaciones en su mayoría están aún muy jóvenes.

Adaptabilidad

Eucalyptus robusta se ha distinguido por su capacidad de crecer bien en suelos degradados más arriba de los 2,000 pies de elevación. Alcanza su mejor crecimiento en las montañas centrales donde la lluvia es de 80 a 110 pulgadas y en los suelos profundos derivados de andesitas, tufas y esquistos (series Los Guineos y Rosario). También crece bien en los suelos infecundos, serpentinosos de las series Nipe y Rosario. En un suelo de la serie Nipe, muy meteorizado e infecundo árboles de 24 años de edad están creciendo aún, a razón de .33 pulgadas de diámetro por año. Un pequeño rodal en arcilla degradada de la serie Los Guineos a cerca de 2,000 pies de elevación tenía a los 7 años de edad un diámetro promedio a la altura del pecho de 6.5 pulgadas y una altura promedio de 38 pies. Más abajo de los 1,000 pies de elevación el crecimiento es más lento y se producen árboles de muy mala forma.

Establecimiento

Entran alrededor de 500 frutas frescas en una libra. Cada libra produce 16 gramos de semillas que equivalen a unas 63,000 semillas. En cada libra de semilla entran 1,849,000 semillas, excluyendo las partículas que semejan semillas y que se desprenden de de las frutas junto con las semillas. El árbol produce frutas en abundancia.

Esta especie tiene los mismos requisitos que **E. resinifera** en lo que se refiere a vivero.

Las posturas que han sido bien espaciadas en el vivero, con tallos bien desarrollados y con una altura de 18 a 24 pulgadas son las que mejor sobreviven al plantarse en el campo. Con buen material de siembra puede obtenerse una supervivencia de 80 por ciento o más en sitios húmedos, usando posturas con raíz desnuda. En las plantaciones el espaciamiento usado es de 8 pies por 8. En áreas enmalezadas se talan espacios en líneas antes de proceder a la siembra. La reposición de fallas debe hacerse a más tardar durante el primer año para asegurar rodales uniformes. Si la competencia de los bejucos es intensa los arbolitos deben conservarse libres del estorbo de la cizaña y bejucos por lo menos durante los primeros dos años.

EUCALYPTUS Sp., Eucalipto

Fué previamente catalogado como **E. resinifera.** Según las identificaciones de los especialistas esta especie no estaba representada en el material que se les sometió para identificar. Aparentemente lo que se ha venido conociendo aquí como **E. resinifera** es un grupo de varios tipos y especies de **E. kirtoniana** F. v. Muller, **E. rostrata, E. robusta,** híbridos y posiblemente otras especies más.

Los árboles de esta especie alcanzan gran tamaño y crecen rápidamente. La mayoría de las plantaciones locales son jóvenes aún, de manera que hasta la fecha la especie se ha utilizado muy poco.

Adaptabilidad

Eucalyptus sp. ha sido plantado extensamente en los bosques públicos situados más arriba de los 1,500 pies de elevación y en menor grado por terratenientes particulares a elevaciones de medias a inferiores en las partes húmedas de la isla.

Este grupo se destaca por su crecimiento rápido y porque medra bien a elevaciones bajas en contraste con la mayoría de las demás especies de eucalipto que muestran una preferencia marcada por el ambiente más frío de las montañas altas. En el presente sólo existen árboles aislados a elevaciones bajas pero a cerca de 3,000 pies de elevación han sido establecidas extensas plantaciones sobre suelos de las series Los Guineos, Catalina y Alonso. A esas alturas los árboles alcanzan en 5 años de 40 a 50 pies de altura y 7 pulgadas de diámetro. El crecimiento también es muy satisfactorio en las montañas del oeste sobre arcilla Nipe pobre, a cerca de 2,000 pies de elevación.

Establecimiento

La capacidad germinativa de la semilla es de 40 a 50 por ciento. Debido a lo delicadas que son, las semillas deben sembrarse en cajas de madera o eras de hormigón, donde pueden protegerse de las inclemencias del tiempo y del ataque de insectos y otras enfermedades. Para eliminar las hormigas que de lo contrario cargarían con la semilla, se empapa el suelo previo a la siembra con una emulsión standard de ácido carbólico crudo. Untando con creosota una línea en la base de las eras de hormigón también ayuda a eliminar las hormigas. Durante la germinación y en los primeros días se conservan las eras bajo sombra. En las eras de vivero se siembran una o dos libras de semilla en cada 100 pies cuadrados de superficie. De cada libra se obtienen entre 12,000 y 16,000 posturas.

Después de unos 50 días comienza el arranque de las posturas para el trasplante a otras eras de vivero, pero pueden dejarse las posturas más pequeñas algún tiempo más, para trasplantarlas cuando lleguen al tamaño apropiado. El tamaño óptimo para el trasplante en el vivero ha sido determinado entre 2 y 4 pulgadas de alto. En el trasplante en el vivero se obtiene una supervivencia del 90 por ciento. El es-

paciamiento a usarse en el trasplante de las posturas en el vivero debe ser por lo menos de 3 pulgadas por 6. Cuando se usa un espaciamiento menor aumenta marcadamente el ahilamiento. Los plantones están listos para el arranque final al cabo de dos meses de crecimiento en las eras del vivero o sea aproximadamente cuatro después de la siembra inicial.

En el húmedo interior la siembra a raíz desnuda da buenos resultados. En áreas más secas ha podido obtenerse una supervivencia del 80 por ciento usando cacharros de papel embreado. Las posturas que han crecido bien en el vivero están listas para la plantación en el campo al tener de 18 a 24 pulgadas de altura. Las posturas criadas en cacharros de cartón embreado pueden plantarse cuando tienen sólo 12 pulgadas de altura. En plantaciones en bloque el espaciamiento a usarse es de 6 pies por 8. La reposición de fallas debe hacerse a más tardar durante el primer año para lograr rodales uniformes y cerrados. Por lo menos durante los dos primeros años debe librarse a los arbolitos de los bejucos si ofrecen competencia intensa.

SCIACASSIA SIAMEA (Lam.) Britton
Cassia de Siam

La introducción de la casia siamesa en Puerto Rico, procedente de Burma, es de índole reciente pero se ha plantado extensamente en el arbolado de carreteras como rompevientos, en empalizadas y como árbol ornamental. Es popular por su habilidad de crecer en sitios pobres, con pocos cuidados. Aparentemente no la apetece el ganado. Existen informes al efecto de que los vientos fuertes la quiebran con facilidad. Su madera ha sido poco usada hasta la fecha aunque algunos agricultores la han usado en construcciones rústicas.

Adaptabilidad

La casia ha sido plantada mayormente en las partes húmedas de la isla (con más de 50 pulgadas de precipitación anual) cerca de la costa, pero la especie también ha mostrado adaptarse al interior montañoso (de 80 a 100 pulgadas de precipitación). Es menos corriente en áreas secas, aunque en una plantación en sitio seco (30 pulgadas de precipitación anual) los árboles han alcanzado en 5 años una altura de cerca de 18 pies.

La casia no es exigente en lo que se refiere a suelos pues se adapta a la mayoría de los suelos de la isla. Es más común y probablemente medra mejor en los suelos de la planicie costanera.

Establecimiento

El método para el establecimiento de esta especie es mediante el uso de material de vivero. Cerca de los árboles padres puede notarse alguna reproducción natural que también puede utilizarse en su propagación. En cada libra entran unas 16,300 semillas. De cada 100 libras de vainas secas pueden obtenerse 20 libras de semillas. Tratando las semillas con ácido sulfúrico concentrado (36N) por espacio de 10 a 30 minutos se logró obtener una germinación de más de 90 por ciento en un lapso de sólo 6 días. La germinación de la semilla sin tratar es lenta e incierta, prolongándose por más de 40 días. Las semillas se conservan bien almacenadas a temperatura ordinaria pero como los árboles fructifican en todo tiempo del año no es necesario almacenarlas.

La semilla se riega al voleo en el vivero, usando en las eras aproximadamente ½ libra de semilla seca por cada 100 pies cuadrados de superficie. Se acostumbra cubrir la semilla con arena y composte. El espaciamiento más amplio usado en la siembra en hileras y que produjo mejor material fué de 3 pulgadas por 6. Cuando se usan semillas sin tratar la mayoría de las posturas están listas para el arranque aproximadamente 5 meses después de la siembra. En el vivero las posturas están exentas del ataque de enfermedades e insectos, aunque en las plantaciones en sitios sin resguardo sufren el ataque de queresas.

La supervivencia después de la plantación es por lo regular baja, 25 por ciento o menos. Descabezando las posturas no se logra aumentar la supervivencia. Se logró obtener una supervivencia de 95 por ciento usando posturas aletargadas en el vivero debido a la sequía. Estas posturas tenían de 10 a 12 pulgadas de altura y de 5 a 6 mm. de diámetro, leñosas y sin brotes. La elevada supervivencia obtenida con ellos indica que el material del vivero se acondiciona mejor para la siembra mediante un período de letargo.

Los métodos de siembra directa y siembra a voleo fracasaron en sitios pobres. La semilla regada a voleo germinó bien pero la mayoría de los semillones fueron vencidos por el empuje de la vegetación herbácea. Puede que el tratamiento con ácido haya ayudado materialmente ya que algunos de los semillones de crecimiento más rápido lograron aventajar y dominar la yerba. La supervivencia usando el método de siembra directa fué baja y el crecimiento de los semillones fué pobre. Aparentemente el mejor método de plantación es usando material de vivero.

En las plantaciones el espaciamiento a usarse es de 6 pies por 6 o de 8 pies por 8. Es preferible el más corto pues los árboles tienden a ahorquillarse desde muy abajo. En el caso de rompevientos se usan una o dos hileras con un espacio de separación de 5 a 6 pies. El desyerbo usado es solamente el cajeteado alrededor de cada árbol. No es necesario des-

yerbar una vez pasado el primer año a menos que el crecimiento de los bejucos sea intenso.

SWIETENIA MAHOGANI Jacq., caoba dominicana

La caoba es nativa de algunas de las islas de las Indias Occidentales y también de Florida, pero no así de Puerto Rico. Los árboles más viejos de esta especie existentes en la isla se originaron de semilla traída de Santo Domingo hace unos 100 años. En la América tropical la mayoría de los plantíos de caoba se hicieron más bien para sombra y ornamento que para obtener madera. Hoy día en Puerto Rico los plantíos satisfactorios de esta especie ocupan unas 3,000 acres. Siendo de los primeros plantíos de amplias proporciones en el Caribe fueron en su mayor parte exploratorios y experimentales. Los árboles son aún jóvenes y el éxito de esta empresa no puede predecirse aún con certeza. Se ha calculado que cerca de 6 millones de pies tablares de madera pueden producirse anualmente en las áreas apropiadas al desarrollo de la caoba y que en el presente son en su mayoría tierras desforestadas, submarginales para la agricultura.

Adaptabilidad

Los mejores rodales en los bosques fiscales crecen en suelos derivados de roca serpentina, catalogados entre los suelos más infecundos de la isla. Sin embargo, los árboles están situados en las laderas más bajas, donde los suelos son relativamente profundos y en sitios resguardados. En las crestas expuestas de los cerros los árboles se quedan cortos y desarrollan copas anchas. Además, la caoba crece bien en las laderas calizas donde la precipitación anual varía entre 30 y 70 pulgadas. En esos sitios, a pesar de que el suelo es muy somero, las raíces anclan bien en la piedra caliza.

La caoba por lo general ha fracasado en áreas calizas con precipitación anual de 80 pulgadas o más y los árboles se limitan a crecer en los cerros y en otras áreas muy bien avenadas. También se ha probado que no se adapta a las montañas centrales donde la precipitación anual es de 80 pulgadas o más. El mejor crecimiento evidente en las montañas es sobre suelo suelto, grueso (Panduras) derivado de diorita cuarzosa donde el avenamiento es muy rápido. Esta especie puede tratarse en otros sitios donde imperen condiciones similares.

Establecimiento

La regeneración natural es generalmente común bajo las plantaciones más viejas. La regeneración sube espesa hasta algunos cientos de pies de distancia de los árboles padres. Hasta la fecha, sin embargo, todas las plantaciones han sido establecidas artificialmente usando material de vivero. La propagación de la caoba en el vivero es relativamente simple. La capacidad germinativa de la semilla es de 80 por ciento o más y comienza dos o tres semanas después de la siembra y en una semana se completa. En una libra entran cerca de 3,200 semillas. Cien libras de frutas producen unas 10 libras de semilla. La semilla se conserva bien a temperatura ordinaria. Después de seis meses de almacenaje se ha obtenido una germinación de 50 por ciento.

En el vivero, la semilla se riega ya sea al voleo o en filas en eras a campo raso. El espaciamiento entre hileras es de 6 pulgadas y entre semillas en las hileras el espaciamiento es de 3 pulgadas. Al voleo la semilla se riega en las eras a razón de una libra por cada 100 pies de superficie. Alrededor del sexto mes las posturas están listas para el arranque.

Las posturas que germinaron a pleno sol crecieron más despacio que las posturas bajo sombra pero a la época del arranque sucedía lo inverso. La mejor combinación es tenerlos a la sombra durante la germinación y los primeros tres meses de crecimiento, después de los cuales las posturas han de recibir exposición gradual hasta llegar a luz plena. La sombra parece ser necesaria particularmente en los períodos de sequía o en climas secos. Acolchando las eras con dos pulgadas de agujas de casuarina durante la época seca aumentó la supervivencia y la robustez. Las posturas están listas para el arranque cerca de 6 meses después de regar la semilla.

La plantación a raíz desnuda en áreas secas da a menudo como resultado una supervivencia muy baja. Puede obtenerse una supervivencia elevada si se pone el material en envases de papel embreado o en envases similares, un mes o dos antes de efectuar la plantación.

Las plantaciones se establecen usualmente con un espaciamiento de 6 pies por 6. Los rodales muestran alguna variabilidad en cuanto a densidad y lozanía en relación con diferencias menores en el medio estacional. Un esfuerzo por entreplantar cuatro hileras de caoba entre dos hileras de casia fué infructuoso porque la caoba quedó rezagada y dominada.

Esta especie se adapta bien a la subplantación usando el sistema de montes de abrigo ligero, el cual ha resultado superior a los plantíos sólidos a campo abierto. Bajo tales condiciones no se necesitan más de 200 árboles por acre. Los árboles también se han establecido con éxito sembrados en líneas abiertas a través de maleza alta o en claros en el dosel, donde sea posible su crecimiento. Las ventajas del uso de esta sombra son (1) gran economía en gastos de conservación y desyerbo (2) árboles mejor formados, (3) probablemente menor incidencia en el ataque del taladrador de renuevos, (4) mayor

lozanía y crecimiento debido a que el sitio se mejora más rápidamente bajo la vegetación natural del bosque (5) mayor protección contra las condiciones extremas del tiempo y (6) se pueden obtener ingresos a intervalos cortos, provenientes de leña y espeques a cosecharse de los tutores.

Uno de los avances más promisorios en el establecimiento de la caoba dominicana es la siembra directa. Se sembraron directamente 10 semillas por hoyo en suelo somero y pedregoso en la costa norte, con una precipitación anual de cerca de 60 pulgadas. El dosel estaba formado por maleza de cerca de 12 pies de altura. Los hoyos de la siembra se hicieron en líneas que se limpiaron de maleza dejando sin embargo la sombra lateral. Al cabo de un año la supervivencia fué de 40 por ciento y casi todos los hoyos tenían algunos arbolitos. Los árboles están creciendo bien, tienen buena forma, el más grande tiene unos 6 pies al cabo de 4 años. Este método no ha dado resultado en localidades más secas o donde la sequía prolongada mató los semillones en proceso de germinación.

El taladrador de renuevos de cedro **(Hypsipyla grandella)** es la plaga más importante que ataca a la caoba (8, 9, 19, 20 y 24). En rodales lozanos no parece tener ningún efecto sobre la forma ni el vigor de los árboles. Por el contrario, en los sitios donde la especie no se adapta bien, particularmente donde está completamente expuesta al sol, los ataques repetidos del taladrador de renuevos originan árboles achaparrados. En algunos casos las posturas en el vivero se han visto seriamente defoliadas por el tizón de la hoja. Esta enfermedad es también severa en rodales más viejos en localidades húmedas.

TABEBUIA PALLIDA, Roble

El roble pertenece a la familia de las bignoniáceas y en su género están incluídos otros miembros importantes en otros sitios de la América latina. En las Antillas esta especie está confinada a ciertas islas. Ha resultado ser una especie colonizante de importancia en la reforestación de tierras empobrecidas. Su madera es útil en la preparación de yugos, traviesas y postes para construcciones rurales. El roble invade rápida y espontáneamente los pastizales abandonados. En el transcurso de pocos años se desarrolla un denso rodal de vardazcos.

Adaptabilidad

El roble es corriente desde el nivel del mar hasta elevaciones de 3,000 pies. Es ésta una de las primeras especies forestales útiles que invade los suelos Nipe degradados. Está a sus anchas en los suelos arcillosos profundos y degradados de las series Los Guineos o Catalina. También se encuentra en los suelos someros de las bajuras donde es menos corriente. No es común en los sectores secos de la isla.

Establecimiento

Fructifica abundantemente en la primavera y en el verano. Se obtuvo un factor de extracción de 25.6. La semillas son aladas, pequeñas y se producen en una cápsula. Según los conteos efectuados entran de 21,000 a 32,000 semillas en una libra, dependiendo del contenido de humedad.

En el vivero el roble sólo se ha producido en escala experimental. En bosques los brinzales se encuentran abundantemente bajo los arboles y constituyen el mejor material para la siembra. La germinación comienza al cabo de 10 o 12 días y termina dos semanas más tarde. La capacidad germinativa de la semilla fresca es alrededor de 60 por ciento pero desmerece rápidamente al almacenarse. El almacenaje de la semilla tiene mejores resultados si se ha secado previamente o si se conserva en frigorífico. La semilla perdió la viabilidad pasado un mes, al almacenarse sin secar a temperatura ordinaria y a 5°C. Cuando se secó hasta un 25% del contenido original de humedad, la capacidad germinativa pasados dos años fué de 50 por ciento a temperatura ordinaria y 54 por ciento cuando se almacenó a 5°C.

Los brinzales resultan tan baratos o menos baratos que el material de vivero, tienen tallos más gruesos y sistemas radiculares bien desarrollados que los hacen más fuertes. También tienen la ventaja de que están listos siempre que se necsitan. En el campo los brinzales permanecen dominados por años y en ese tiempo conservan el tamaño adecuado para la plantación

Un estudio efectuado descabezando brinzales de diferente tamaño indicó que la supervivencia fué mayor de 75 por ciento a pesar de sufrir una severa sequía. La mayor supervivencia fué obtenida usando brinzales de 11 mm. de diámetro y 2 pies de altura (el tamaño mayor). También resultó que a menos que se necesite reducir el peso del material apreciablemente, los brinzales de roble no deben descabezarse para la plantación. Tanto los brinzales como las posturas pierden las hojas después de plantados y requieren alrededor de 6 meses para reanudar su crecimiento.

La siembra directa de esta especie ha sido un fracaso. Los semillones crecen muy despacio cuando pequeños y no compiten bien con la vegetación densa. El éxito de esta especie para invadir pastizales es debido en parte a la enorme cantidad de semillas que produce. Los plantíos deben espaciarse a no más de 6 pies por 6 para que su crecimiento cubra el suelo rápidamente. Después de 2 años los semillones buscan su curso a través de la vegetación pero antes de ese tiempo es preciso remover los bejucos y la maleza alta de los alrededores de cada árbol. A menudo no es necesario efectuar más de un desyerbo.

(La literatura citada en esta traducción aparece al final del original en inglés).

A Spanish-English Glossary of Forestry Terminology, V

Carmen García-Piquera
Tropical Forest Experiment Station
Puerto Rico

This is the fifth of a series of definitions of forestry terms in Spanish and English. The total number of terms published to date, including this group, is 526. Previously published terms appeared in the Caribbean Forester 7:103-120; 8:45-64 and 269-288; and 9:15-44. More than 1000 additional terms are to be published in the future. Because of the long period neccesary for the completion of this project it is probable that all terms published to date, with corrections and amendments subsequent to publication, will be re-issued as a separate pamphlet for more convenient reference. Comments and suggestions are solicited at this time so that the views of the reader may receive maximum consideration.

Most of the definitions in English are those of the Society of American Foresters. Numerous other references have been used. Those not previously cited are listed at the end of this group.

Bud, adventitious. Bud which arises anywhere on the plant except at the tip of the stem or in the leaf axils. Their formation is usually stimulated by injury.

Bulldozer. A road-building machine that is also used in constructing fire-control lines: it consists of a standard crawler tractor equipped with a dirt-moving blade which is mounted horizontally across the front of the machine and which can be removed vertically by means of mechanical devices.

Clearing. 1. In common parlance, an area from which all or nearly all forest growth has been removed.

2. Clearcutting.

Crosstie. A crossmember, either hewn or sawed supporting railroad rails. Syn. Sleeper.

Crosstie, half moon. A crosstie made by splitting a round timber in two pieces and on which little or no hewing is done on the rounded side.

Este es el quinto grupo de una serie de definiciones de términos forestales en inglés y español que han aparecido hasta la fecha en esta revista. El número total de términos publicados, incluyendo los presentes es de 526; los anteriores se publicaron en la siguiente forma: Vol. 7:103-120; Vol. 8:45-64 y 269-288 y finalmente Volumen 9:15-44. Aún quedan por publicar en el futuro más de 1000 términos. Debido a lo que tarda el completar este proyecto es probable que todos los términos que ya se han publicado sean recopilados en el futuro en un folleto aparte, con correcciones y enmiendas posteriores a su publicación inicial. En esta forma los que se sirvan de este glosario tendrán más facilidad para encontrar la terminología. Solicitamos ahora al igual que en el pasado los comentarios y sugestiones de nuestros lectores, a los cuales daremos nuestra máxima consideración.

La mayoría de las definiciones en inglés provienen de la Sociedad de Forestales Americanos. Las demás referencias bibliográficas son en extremo numerosas y al final de los términos de este grupo aparece una lista adicional de las que aún no hemos mencionado.

Yema adventicia. Renuevo en forma de botón que aparece en cualquier parte de la planta excepto en la guía del tallo y en las axilas de las hojas. Las lesiones estimulan la formación de estas yemas. Sin. Botón adventicio.

Robadera. Máquina usada en la construcción de carreteras y de líneas de control de fuego; consiste de un tractor de arrastre equipado con una lámina de mover terreno, la cual va montada en sentido horizontal a través de la parte delantera de la máquina y puede moverse verticalmente a voluntad por medio de un mecanismo apropiado. Sin. Traílla.

1. **Claro.** En lenguaje corriente, sitio donde toda o casi toda la masa boscosa ha sido removida. Sin. Calvero, Raso.

2. **Corta total**

Traviesa. Cada uno de los maderos, bien sea aserrados o desbastados, que se atraviesan en una vía férrea para asentar sobre ellos los rieles. Sin. Durmiente, Polín (Colombia).

Traviesa media luna. La traviesa que se obtiene partiendo el rollizo en dos y a la cual se le hace poco o ningún desbaste en el lado redondeado.

Cutting, methods of.

Clearcutting with natural reproduction. Regeneration after cutting obtained by seeding in from the marginal stand or from trees cut in the clearing operation.

Shelterwood. Removal of the nature timber in a series of cuttings, which extend over a period of years equal usually to not more than one-quarter and often not more than one-tenth of the time required to grow the crop, by means of which the establishment of natural reproduction under the partial shelter of seed trees is encouraged. Syn. Uniform method; Compartment method. In theory the series of shelterwood cuttings is divided into three parts as follows:

1. Preparatory cuttings, which fit the stand for its regeneration by the removal of dying and defective trees and undesirable species, and prepare the seedbed and encourage seed production.

2. Seed cutting, which further opens the stand before seeding takes place, to make available the amount of light and heat that the expected seedlings will require.

3. Removal cuttings, which gradually remove the remainder of the mature stand which after establishment of reproduction retards the development of young trees. The final cutting is the last of the removal cuttings.

Group. A modification of shelterwood whereby the successive cuttings spread outward from groups rather than extending uniformly over the stand.

Strip. A modification of shelterwood whereby the successive cuttings are applied stripwise rather than uniformly over the area. A modification of strip shelterwood is known as Wagner's method.

Corta, métodos de

Corta total con reproducción natural. Método de reproducción por el cual después de efectuar la extracción completa de las existencias se establecen nuevos rodales por medio de la diseminación natural de los árboles de los rodales circundantes o marginales y de los árboles que fueron talados en las operaciones de corta. Sin. Corta contínua con reproducción natural.

Corta de abrigo. Sistema selvicultural que consiste en una serie de cortas progresivas por las cuales se sustituye gradualmente la masa forestal existente por una nueva generación. Esta serie de cortas se efectúa en un período de tiempo equivalente por lo general a no más de una cuarta parte y a menudo a no más de una décima parte del tiempo que comprende el turno de la cosecha forestal. La reproducción tiene lugar bajo la protección y el abrigo parcial de los árboles portagranos. Este sistema recurre a la regeneración natural para la futura producción, conservando condiciones de luz y sombra, protección y humedad adecuadas, para facilitar la germinación y el crecimiento. Sin. Método de cortas progresivas, método de clareos sucesivos (España), método uniforme, método de compartimientos. En teoría, la serie de cortas progresivas comprende las siguientes:

1. Cortas preparatorias, que capacitan al rodal para su regeneración mediante la extracción de árboles defectuosos y decrépitos y de especies indeseables y preparan el suelo forestal y estimulan la producción de semilla.

2. Cortas diseminatorias, que aclaran más el rodal, previo a la maduración de los frutos, con el fin de lograr la luz y el calor necesarios para el establecimiento de la reprodución. Sin. Cortas diseminativas.

3. Cortas de remoción, en las que gradualmente se extrae el resto de los árboles maduros los cuales una vez establecida la nueva generación, retardan el desarrollo de los árboles jóvenes. La última corta de remoción es la corta final.

En grupos. Una modificación del sistema de cortas de abrigo, mediante la cual las cortas sucesivas se efectúan en grupos progresivos, en vez de extenderse uniformemente por el rodal.

En fajas. Una modificación del sistema de cortas de abrigo, por la cual las cortas se efectún en fajas en vez de procederse uniformemente por todo el rodal. Una modificación del sistema de cortas de abrigo en fajas es el conocido bajo el nombre de Método Wagner.

Cycle, hydrologic. All movements of solid, liquid, or vaporized water in the atmosphere on the ground surface, below the surface, and through evaporation and transpiration to the atmosphere again.

Dead-and-down. All down timber and dead timber either standing or down.

Deciduous. Falling off at maturity or at certain seasons. Usually refers to leaves, or trees whose leaves are deciduous.

Digitate. Palmate; with leaves radiating from the the apex of the petiole like the outspread fingers of a hand.

Entire. Without teeth, lobes, division, or any marginal cutting; having a smooth and uninterrupted, flowing outline.

Epithelium or epithelial cells. In wood anatomy, the layer of parenchymatous cells surrounding an intercellular canal.

Error, personal. An error arising from characteristics peculiar to the observer.

Exploitation, forest. A term used to denote all operations involved in obtaining timber from a forest.

Fatigue. In wood technology, weakness due to repeated reversal of load. Fatigue limit is estimated at about one-third the modulus of rupture.

Fiber, wood. In wood anatomy, a much elongated, attenuated cell in the wood of dicotyledons, having either simple or bordered pits.

Gelatinous. A wood fiber in which the inner part of the secondary wall appears to be more or less mucilaginous or gelatinous; said to occur most abundantly at points where the stem is under tension. Syn. Mucilaginous Fiber.

Libriform. A wood fiber with simple pits and commonly with thick walls.

Fire, causes of. For statistical purposes, forest fires are grouped into broad cause classes. The eight standard major causes of forest fires recognized in national forest practice are: camp fire, debris burning, incendiary, lightning, lumbering, railroad, smoker and miscellaneous.

Ciclo hidrológico. Todos los movimientos del agua bien sea en forma sólida, líquida o de vapor, a través de la atmósfera, en la superficie del suelo, bajo la superficie del suelo y de vuelta a la atmósfera por medio de la evaporación y de la transpiración.

Muerta y tendida. Madera muerta, ya sea en pie o en el suelo.

Tropófilo. Que pierde la hoja al empezar la sequía en los trópicos o el frío en los países templados. Sin. Deciduo.

Digitado. Modelo de ramificación de las hojas en la cual los lóbulos parecen converger hacia afuera por un mismo punto, semejando los dedos de la mano.

Entera. Carente de dientes, lóbulos, divisiones o marginaciones; es decir, de borde suave sin interrupciones.

Epitelio o células epiteliales. En anatomía de maderas se refiere a la capa de células parenquímicas que rodean a un canal intercelular.

Error personal. El error que se origina debido a características inherentes al observador.

Explotación forestal. Término que incluye todas las operaciones que se ejecutan para obtener madera de un bosque.

Fatiga. En xilología se refiere a la debilidad causada en la madera al aplicar repetidamente la carga en sentido inverso. El límite de fatiga ha sido calculado aproximadamente como una tercera parte del módulo de rotura.

Fibra leñosa. En anatomía de maderas se refiere a una célula muy alargada y atenuada que se encuentra en la madera de las dicotiledóneas y que tiene puntuaciones simples o areoladas.

Fibra leñosa gelatinosa. Fibra leñosa en la cual la parte interna de la pared secundaria parece ser más o menos mucilaginosa o gelatinosa; se dice que se encuentra con más abundancia en los puntos en que el tallo se haya bajo tensión. Sin. Fibra mucilaginosa.

Fibra leñosa libriforme. En anatomía de maderas se refiere a una célula alargada dotada de pared generalmente espesa con puntuaciones simples.

Causas de fuegos o incendios. Para fines estadísticos en la práctica en bosques nacionales se agrupan los incendios forestales en ocho clases amplias determinadas por su causa u origen: fuego de acampadores o excursionistas, fuego por quema de broza, fuego intencional, fuego de rayos, fuegos resultantes de operaciones madereras, fuegos de locomotoras, fuegos de fumadores y fuegos de origen misceláneo.

Camp fire. Forest fires resulting from fires started for the purpose of cooking, or providing light or warmth by persons camping or traveling on or near wild land, except those started by railroad or lumbering employees in connection with their duties.

Debris burning. Forest fires resulting from any fires originally set for clearing land for any purpose, or for rubbish, garbage, range, stubble, or meadow burning without intent on the part of the burner to have such fires spread to lands not intended to be burned. (This cause does not include lumbering fires or hazard reduction on right-of-ways of common-carrier railroads).

Incendiary. Forest fires which in the judgement of the reporting officer are deliberately set by anyone with the intention of burning over land or damaging property not owned or controlled by him.

Lightning. Forest fires caused directly or indirectly by lightning.

Lumbering. Forest fires, except those caused by smokers, resulting from lumbering operations. (Lumbering operations include all activities connected with the harvesting or processing of wood for use or sale. Lumbering fires will include those caused by logging railroads which are not common carriers).

Railroad. Forest fires resulting from maintenance of right-of-ways or construction or operation of common-carrier railroads.

Smoker. Forest fires caused by smokers' matches, or by burning tobacco in any form.

Fuego de acampadores o de excursionistas. Los fuegos forestales accidentales que tienen su origen en las fogatas que encienden las personas que acampan o que viajan dentro o cerca del bosque, con el propósito de cocinar su comida, alumbrarse o calentarse. No incluyen en esta categoría los originados por los empleados del ferrocarril ni los madereros en conexión con sus deberes.

Fuego por quema de broza. Los fuegos forestales accidentales provocados por las quemas que se efectúan al limpiar los terrenos para cualquier propósito o al quemar desperdicios, desechos, basura, pastos, rastrojos y praderas, sin mediar la intención de parte del quemador de que tales incendios se propaguen a los terrenos que no se intentaba quemar. (Esta causa no incluye los fuegos resultantes de operaciones madereras ni la quema para reducir el peligro de incendios en las servidumbres de vía de los ferrocarriles de transporte público).

Fuego intencional o incendiario. Los fuegos forestales que a juicio del funcionario forestal han sido originados deliberadamente por individuos con la intención de incendiar o damnificar propiedad que no le pertenece o que no controla.

Fuego por rayos. Los fuegos forestales causados directa o indirectamente por rayos. Los rayos parecen ser la causa predominante de los incendios en regiones caracterizadas por períodos tempestuosos abundantes, con verano relativamente seco.

Fuego resultante de operaciones madereras. Los fuegos forestales que se originan como resultado de las diversas operaciones madereras que se realizan en el bosque con excepción de los ocasionados por los fumadores. (Las operaciones madereras incluyen todas aquellas actividades que se llevan a cabo en relación con el aprovechamiento y transformación de la madera para su uso o para la venta. También han de incluírse en esta categoría aquellos incendios provocados por los ferrocarriles de acarreo que no sean de de transporte público).

Fuego de locomotoras. Los incendios que se originan debido a la conservación de las servidumbres de vía y a la construcción y operación de ferrocarriles de transporte público. Las chispas y tizones arrojados por las locomotoras al encontrar pastos secos a los costados de las vías motivan grandes incendios de los bosques y campos.

Fuego de fumadores. Los fuegos forestales causados por los fumadores al arrojar fósforos o colillas (tabaco en cualquier forma) ardiendo sobre pastos secos, hojarasca y madera seca o de fáci! ignición.

Miscellaneous. Forest fires which properly cannot be classified under any of the foregoing seven standard causes. (Fires of unknown origin should be classified under most probable cause and not under Miscellaneous).

Fuegos misceláneos. Los fuegos forestales cuyo origen no se puede atribuir adecuadamente a ninguna de las 7 causas anteriormente expuestas. (Los fuegos de origen desconocido deben clasificarse bajo la causa más probable y no como misceláneos).

Fire, crowning. A fire advancing primarily from crown to crown.

Fuego de copa. Un fuego que avanza principalmente de una copa a otra copa de los árboles del bosque.

Fire, running. A fire spreading rapidly and with a well-defined head but with little or no spotting or crowning.

Fuego corredor. Fuego que avanza rápidamente con una cabecera bien definida y con poco o ningún fuego en manchones ni tampoco fuego de copas.

Fire, spotting. A fire spreading as a result of sparks or embers falling ahead and starting new fires.

Fuego en manchones. Fuego que se propaga por chispas y tizones que caen progresivamente más adelante que la cabecera.

Fleck, pith. A small localized, isolated patch of parenchymatous wound tissue, darker or lighter than the surrounding wood; produced in wood through injury to the cambium of certain hardwoods by the larvae of flies of the genus **Agromyza** and of conifers by the feeding of adult weevils. Syn. Medullary Spot; Pith-ray Fleck.

Mancha medular. Un manchón pequeño, localizado y aislado, de tejido parenquímico herido, que puede ser más obscuro o más claro que la madera que lo rodea; se produce en el leño por la lesión al cambium de ciertas maderas duras, provocado por el ataque de la larva del insecto del género **Agromyza** y en las coníferas por ciertos gorgojos adultos que devoran la madera.

Fungus. An individual of a group of lower plants lacking chlorophyll and with the vegetative body in the form of mycelium.

Hongo. Miembro de los vegetales inferiores, carente de clorofila y con el cuerpo vegetativo en forma de micelio.

Grass. A member of the family **Poaceae** (Graminae).

Gramínea. Miembro de la familia vegetal denominada Poáceas.

Heartwood, traumatic. Pathological heartwood that has developed in the vicinity of wounds.

Duramen traumático. Duramen en estado patológico, el cual se desarrolla en las cercanías de las heridas.

Herb. A nonwoody flowering plant.

Hierba o yerba. Planta cuyo tallo conserva su aspecto tierno, herboso, en oposición a los tallos de los árboles y arbustos, que son leñosos y vivaces.

Hybrid. The progeny from crossing a male of one race, variety, subspecies, species, or sometimes genus, with a female of another.

Híbrido. El producto del cruzamiento entre dos seres de tipos, razas o variedades diferentes; es decir que difieren por un cierto número de caracteres.

Hypocotyl. The part of an embryo below the cotyledons and including the cotyledonary node; the stem of the embryo.

Hipocótilo. Primer entrenudo del embrión de las monocotiledóneas, que lleva la hoja cotiledonar.

Increment. Increase in diameter, basal area, height, volume, quality, or value of individual trees or stands in relation to time. Syn. Accretion; growth. Gross increment refers to values uncorrected for losses by mortality or deterioration; net increment to values including such corrections. Syn. Accretion, Growth.

Incremento. Aumento, ya sea en diámetro, área basimétrica, altura, calidad o valor de árboles o rodales individuales, cón relación al tiempo. El incremento bruto se refiere a los valores que no han sido corregidos con respecto a pérdidas debidas a mortalidad o deterioro: el incremento neto a los cuales ya se le han hecho esas correcciones. Sin. Crecimiento y Acrecimiento.

Internode. The space between two nodes or joints of a shoot.

Entrenudo. El espacio entre dos nudos consecutivos de una rama o de un renuevo.

Kiln, dry. A structure in which lumber is seasoned artificially or cones are dried and opened.

Horno. Artefacto donde se sazona o seca la madera artificialmente mediante el empleo de calor o donde se secan y abren los conos de árboles.

Layer, humus. The top portion of the soil which owes its characteristic features to its content of humus. The humus may be incorporated or unincorporated in the mineral soil. Humus layers include the F-layer and H-layer.

Layer, intercellular. In wood anatomy, the strongly lignified layer that cements together the walls of contiguous wood elements.

Legume. The seed vessel of plants of the Pea family, composed of a solitary carpel normally dehiscent only by the ventral suture.

Littoral. Living on, or pertaining to the shore.

Lopping and scattering. Lopping the slash soon after logging and spreading it more or less evenly over the ground, without burning. Lopping may be done without scattering.

Management, sustained yield. Management of a given forest unit so that the annual or periodic yield of timber or other products can be mantained in perpetuity.

Management, watershed. The administration and regulation of the aggregate resources of a drainage basin for the production of water and the control of erosion, streamflow, and floods.

Mangrove. Communities characteristic of flat, saline, muddy tropical shores where the water is relatively calm, as in lagoons, inlets, estuaries, etc.; the soil is flooded with water either at high tide or permanently; in many cases this type of vegetation extends far inland along rivers.

Material, parent. The unconsolidated mass from which the soil profile develops.

Matter, organic. Decomposed vegetation lying on or incorporated in the soil. Its essential ingredient is carbon.

Mean, arithmetic. A central value of a series obtained by dividing the sum of the values by their number.

Capa humífera. Porción en la superficie del suelo cuyo principal componente es el humus. El humus puede o no estar incorporado al suelo mineral e incluye las capas F y H.

Lámina intercelular. En anatomía de maderas se refiere a la capa fuertemente lignificada situada entre células adyacentes, que cementa las paredes de elementos leñosos contiguos.

Legumbre. Fruto constituído por un solo carpelo cuya dehiscencia se verifica normalmente por la sutura ventral.

Litoral. Que vive en o que pertenece o está relacionado con la costa.

Desmoche y dispersión. Desmoche de la broza poco después del apeo y dispersión de ésta más o menos uniformemente sobre el terreno, pero sin quemarla.

Ordenación a rendimiento sostenido. La ordenación de una unidad forestal dada, de manera que el rendimiento anual o periódico en madera u otros productos se conserve a perpetuidad.

Ordenación de cuencas hidrográficas. La administración y regularización de todo el conjunto de recursos comprendidos en una cuenca hidrográfica o de captación para la provisión de agua y el control de la erosión, de las corrientes de agua y de las inundaciones. Sin. Ordenación de cuencas imbríferas.

Manglar. Formación forestal perennifolia típica de ensenadas, esteros y lagunas en las costas tropicales bajas, llanas, saladas y encenagadas, invadidas por la marea, pero resguardadas del oleaje fuerte y el viento; es decir, relativamente quietas. El suelo está inundado durante la marea alta o a veces permanentemente y en la bajamar muestra un suelo cenagoso. Está constituída esta comunidad forestal por bosque o matorral de especies de gran área de dispersión, xerófilas y entre ellas las más características son varias rizoforáceas. En muchos casos este tipo de vegetación se extiende tierra adentro a lo largo de los ríos.

Material rocoso fragmentado. Masa sin consolidar de de la cual se desarrolla el perfil edáfico. Se origina por alteración de la roca madre. Sin. Material madre.

Materia orgánica. Vegetación descompuesta que yace sobre el suelo o que está ya incorporada a éste. Su ingrediente principal es el elemento carbono.

Media aritmética. Valor central de una serie, el cual se obtiene dividiendo la suma de todos los valores por el número de estos valores. Sin. Promedio aritmético.

Member, vessel. In wood anatomy, one of the cellular components of a vessel. Syn. Vessel elements; vessel segment.

Miners, bark. Insects the larvae of which spend their entire developmental period in the outer, corky bark.

Miners, leaf and needle. Any insects that live inside living leaves during the larval stage and that do not cause true galls to form.

Naturalized. A plant of foreign origin but acclimatized and reproducing itself as though indigenous.

Oven-dry (or oven-dried) Applied to wood dried by exposure to 100°C., or 212°F. or slightly higher temperatures until it ceases to lose weight, usually from 24 to 48 hours.

Overgrazing. Grazing so heavy as to impair future forage production and cause range deterioration through consequential damage to plants or soil or to both.

Parameter. Any one of the constants of the mathematical formula characterizing the true population.

Parasite. An animal, commonly an insect or nematode, or a plant, which spends its entire period of growth in or on an individual host which it does not immediately destroy.

Parenchyma, diffuse. Single wood parenchyma strands or cells distributed irregularly among fibrous elements of the wood, as viewed in cross section.

Parenchyma, wound. Parenchyma cells of irregular size, shape, and distribution resulting from injury to the cambium. Syn. Traumatic parenchyma.

Pathogen. An organism capable of inducing disease.

Pathology, forest. The science that pertains to diseases of forest trees, stands and products.

Pedicel. The stalk which bears a single flower or a single fruit.

Peduncle. A primary flower-stalk, supporting either a cluster or a solitary flower.

Perforation. In wood anatomy, an opening from one vessel member to another. A simple perforation is a single and usually large oval to circular opening in the perforation plate. Two or more openings are termed multiple perforations.

Elemento vascular. En anatomía de maderas, es uno de los componentes celulares de un vaso. Sin. Segmento vascular.

Minadores de la corteza. Insectos cuyas larvas habitan en la corteza exterior suberosa, durante todo el período de su desarrollo.

Minadores de hojas y acículas. Insectos que habitan dentro de las hojas vivas durante su etapa larvaria y que no originan la formación de verdaderas agallas.

Naturalizada. Planta de origen extranjero que se aclimata, reproduce y propaga como si fuera nativa del sitio.

Secada al horno. Se aplica a la madera que se seca a una temperatura de 100°C o 212°F o algo más hasta que deja de perder peso, por lo general toma de 24 a 48 horas.

Sobrepastoreo. Pastoreo tan intenso que perjudica la futura producción de forraje y que causa deterioro de los pastos por el daño infligido a la vegetación o al suelo o a ambos.

Parámetro. En estadística se refiere a cualquiera de las constantes de la fórmula matemática que caracteriza la población real (verdadera).

Parásito. Un animal, por lo general un insecto o un nemátodo, o una planta que pasa todo su período de crecimiento dentro o sobre otro organismo hospitalario al cual no destruye de inmediato.

Parénquima disperso. Células o cordones simples de parénquima leñoso, distribuídos irregularmente, entre los elementos del leño, según se ven en sección transversal. Sin Parénquima difuso.

Parénquima herido. Células parenquimatosas irregulares en tamaño, forma y distribución cuya formación la originan lesiones inferidas al cambium. Sin. Parénquima traumático.

Agente patógeno. Un organismo capaz de provocar una enfermedad.

Patología forestal. La ciencia que estudia las enfermedades propias de los árboles, los rodales y los productos forestales.

Pedicelo. La ramificación de último orden de una inflorescencia y que sólo sostiene una flor.

Pedúnculo. Una rama floral primaria en la que se insertan ramos de flores o una flor solitaria.

Perforación. En anatomía de maderas, abertura de comunicación entre dos elementos contiguos de un vaso. Una perforación simple es una abertura única, por lo regular grande y de ovalada a circular en el área de perforación. Cuando son dos o más aberturas éstas se denominan perforaciones múltiples.

Phellem. In wood anatomy, the outermost layer of the periderm; cork.

Phellogen. In wood anatomy, the medial layer of the periderm from which the phellem and phelloderm originate by cell division; often referred to as cork cambium.

Phloem, primary. First-formed phloem, differentiated from an apical meristem.

Phloem, secondary. Normally, that part of the bark formed by the cambium.

Pit, simple. A pit in which the cavity becomes wider, remains of constant width or only narrows gradually toward the cell lumen during the thickening of the secondary wall.

Planimeter. An instrument for measuring the area of any plane figure by tracing its boundary.

Plantation. An artificially reforested area, established by planting seedlings or by direct seeding.

Plot, sample. An area laid out for the purpose of experimentation or of mensuration; may be permanent or temporary. Syn. Study plot.

Plywood. An assembled product constructed of three or more layers of veneer joined with glue and usually laid with the grain of adjoining plies at right angles. Almost always an odd number of plies are used to give balanced construction.

Pneumatophore. A specialized root which grows vertically upwards into the air from roots embedded in mud. and being of loose construction, makes possible the access of air to the buried root.

Pod. A dry fruit formed from a single carpel, having a single loculus containing one (rarely) to several seeds, and usually opening at maturity by splitting along both ventral and dorsal sutures.

Podzolization. The process by which soils are depleted of bases, become acid, and have developed eluvial A horizons (surface layers of removal) and illuvial B horizons (lower horizons of accumulation). Specifically, the term refers to the process by which a podzol is developed, including the more rapid removal of iron and alumina than of silica from the surface horizons, but it is also used to include similar processes operative in the formation of certain other soils of humid regions.

Súber. En anatomía de maderas, la capa exterior de células del peridermo, cuyas paredes o membranas se suberifican o convierten en corcho. Sin. Corcho.

Felógeno. En anatomía de maderas, la capa media del peridermo de la cual se generan por división celular el súber y el felodermo; a menudo se la denomina cambium suberoso.

Floema primario. Primer floema que se forma por diferenciación de un meristemo apical.

Floema secundario. Normalmente, aquella parte de la corteza formada por el cambium.

Puntuación simple. Puntuación cuya cavidad bien permanece igualmente amplia, se torna más espaciosa o se estrecha gradualmente en dirección al lumen de la célula durante el engrosamiento de la pared secundaria.

Planímetro. Instrumento destinado a la medida de áreas. Se reduce a una serie de mecanismos constituídos por palancas, articulaciones y rodillos, mediante los cuales del recorrido del contorno se deduce el área envuelta por el mismo.

Plantación. Un área reforestada artificialmente mediante la plantación de arbolitos o por siembra directa.

Parcela de ensayo. Un área que se segrega para propósitos experimentales o de medición; puede ser permanente o temporera. Sin. Parcela de estudio.

Compensado. Un producto maderero construído de tres o más chapas unidas por medio de colas, adhesivos o resinas sintéticas y que por lo general se asembla colocando el grano de chapas adjuntas en ángulo recto. Se usa un número impar para lograr una construcción balanceada. Se le llama terciado o madera terciada cuando consta de tres chapas. Sin. Laminado.

Pneumatóforo. Una raíz respiratoria especializada, que crece verticalmente hacia la atmósfera, desde raíces embebidas en el lodo y por la cual éstas últimas respiran. Sin. Neumatóforo.

Legumbre. Fruto constituído por un solo carpelo, que se deseca y contiene una (raras veces) o varias semillas, pero su dehiscencia se verifica, a la vez, por las suturas ventral y dorsal.

Podsolización. Proceso por el cual los suelos se desbasifican, tornándose ácidos y desarrollan horizontes A, eluviales (capas superficiales de remoción) y horizontes B, iluviales (horizontes inferiores de depósito). Específicamente el término se refiere al proceso por el cual se desarrolla el podsol, incluyendo la remoción más rápida del hierro y de la alúmina que del sílice en los horizontes superficiales, pero se usa también para incluir procesos similares que tienen lugar en la formación de ciertos otros suelos de regiones húmedas.

Point, fiber-saturation. The stage in the drying or wetting of wood at which the cell walls are saturated and the cell cavities are free from water; usually occurs at a moisture content of 25 to 30 percent.

Pollen. The fertilizing dust-like powder produced by the anthers of flowering plants.

Population. In statistics, the sum of all units of any one kind. Syn. Universe.

Pore. In wood anatomy, a term applied to the cross section of a vessel or a vascular tracheid; a vessel as it appears in cross section of wood.

Solitary. In wood anatomy, a term applied to a pore completely surrounded by other elements.

Pruning, artificial. Removal by artificial means of live or dead branches from standing trees.

Pubescence. A covering of short, sownlike soft hairs.

Rachis. The axis of an inflorescence or of a compound leaf.

Reforestation. The natural or artificial restocking of an area with forest trees; most commonly used in reference to the latter. See afforestation.

Relict. A community or fragment of one that has survived some important change, often to become in appearance an integral part of the existing vegetation.

Right, timber. A right to standing timber, exclusive of the underlying lands.

Rock, parent. The rock from which the parent materials of soils are formed. See also Material, parent

Root. That part of a plant which anchors it to the ground and through which it obtains nourishment from the soil.

Root, aerial. A secondary root produced in the air and serving as (1) an ordinary root by descending into the ground, (2) an organ of attachment for climbing or (3) as a means of absorbing moisture.

Rot, root. A rot that occurs chiefly in the roots of trees or in the roots of seedlings that have developed woody stem tissues.

Punto de saturación de la fibra. La etapa en el secado o en el mojado de la madera en que las paredes celulares están saturadas y las cavidades celulares están exentas de agua; usualmente ocurre cuando el contenido en humedad es de 25 a 30 por ciento.

Polen. Polvillo fertilizante que se produce en las anteras de las flores.

Población. En estudios estadísticos, la suma de todas las unidades de cualquier clase o congregación individual similar. Sin. Universo.

Poro. En anatomía de maderas, término convencional que se usa para designar un elemento vascular o una traqueida vascular en sección transversal; un vaso, según aparece en la sección transversal de la madera.

Poro solitario. En anatomía de maderas, poro completamente circunscrito por elementos de otra categoría.

Poda artificial. Eliminación por métodos artificiales de las ramas vivas o muertas de árboles en pie.

Pubescencia. Una cubierta de pelos cortos, suaves y acostados, que no impide ver la epidermis.

Raquis. El pecíolo común o primario de una hoja compuesta o de una inflorescencia.

Reforestación. Acción de volver a establecer un bosque por medios naturales o artificiales; se usa más comúnmente el término para designar el embosquecimiento artificial de un área: Véase embosquecimiento o arborización.

Reliquia. Una comunidad o fragmento de una comunidad que ha sobrevivido después de un cambio trascendental en el medio ambiente, a menudo para constituir en apariencia una parte integral de la vegetación existente.

Servidumbre de madera. Derecho en predio ajeno que otorga el uso de la madera en pie, pero sin derecho a título alguno sobre la tierra en sí.

Roca madre. Roca consolidada, cuya ulterior fragmentación, meteorización, descomposición y demás procesos alterativos, dará origen a los suelos.

Raíz. Organo de las plantas que las ancla en el terreno sirviéndolas de sostén y que absorbe de la tierra las materias necesarias para el crecimiento y desarrollo del vegetal.

Raíz aérea. Raíz secundaria que nace fuera del terreno y que sirve (1) para la absorción de agua de la atmósfera, (2) como raíz común, descendiendo hasta introducirse en la tierra o (3) como órgano de adhesión para trepar.

Pudrición de la raíz. Pudrición que tiene lugar principalmente en la raíz de los árboles o de los semillones que han desarrollado tallos leñosos. Sin. Podredumbre de la raíz.

Rot, sap. A decay that characteristically affects sapwood.

Pudrición de la albura. Pudrición que afecta la albura de los árboles. Sin. Podredumbre de la albura.

Sample. A part of the population or universe taken to represent the quantity or quality of the whole.

Muestra. En estadística, una parte de la población o universo que se toma como representativa de la cantidad y calidad del conjunto.

Sample, representative. A sample which represents all the essential variation existing in the population.

Muestra representativa. En estadística, una muestra que representa toda la variación esencial que existe en la población.

Sand. Small rock or mineral fragments having diameters ranging from 1 to 0.05 mm; coarse sand 1 to 0.5; sand, 0.5 to 0.25; fine sand, 0.25 to 0.1; very fine sand, 0.1 to 0.05. The term sand is also applied to soils containing 90 percent or more of all grades of sand combined. Although usually made up chiefly of quartz, sands may be composed of any materials or mixtures of mineral or rock fragments.

Arena. Partículas desagregadas de rocas o minerales y que tienen un diámetro que fluctúa entre 1 y 0.05 milímetros. Según el tamaño de las partículas la arena se clasifica como sigue: arena gruesa, de 1 a 0.5 mm.; arena, de 0.5 a 0.25 mm.; arena fina, de 0.25 a 0.1; arena muy fina de 0.1 a 0.05. Este término también se aplica a suelos que contienen 90 por ciento o más de todos los grados de arena combinados. Aunque por lo general está constituída principalmente de cuarzo, las arenas pueden estar compuestas de cualquier material o mezclas de fragmentos de minerales o rocas.

Sapwood. Living (i.e., physiologically active) wood, of pale color. Syn. Alburnum.

Albura. Capa blanda, blanquecina y viva fisiológicamente, que en los troncos de los árboles está interpuesta entre el duramen y la corteza.

Savannah. An area of grassland containing scattered trees.

Sabana. Formación tropical de plantas herbáceas que conservan una extensión importante con grupos de árboles y arbustos dispersos. Las gramíneas y las plantas vivaces crecen con sorprendente rapidez cuando sobrevienen las primeras lluvias.

Sawmill. A plant at which logs are sawed into salable products. It includes all the machinery and buildings necessary for the operation of the plant.

Aserradero. Local o fábrica donde se asierra la madera. Incluye toda la maquinaria, equipo y edificios necesarios para operar la instalación, la cual ha de transformar los maderos en productos comerciables.

Section, cross. A section of a stem taken at right angles to its longitudinal axis. Syn. Transverse section.

Sección transversal. Sección de un tronco, que se toma en ángulo recto con su eje longitudinal.

Seed. The fertilized and mature ovule, the result of sexual reproduction in a flowering plant.

Semilla. El óvulo ya fertilizado y maduro, el resultado de la reproducción sexual en las fanerógamas.

Seeding or direct seeding. A method of establishing a forest artificially by sowing seed.

Siembra directa. Método de repoblación forestal artificial que se logra regando la semilla en el sitio donde se desea establecer el bosque.

Seedling. 1. A tree grown from seed.

1. **Pie.** Arbolito que surge de la germinación de una semilla. Sin. Pie de semilla (España)

2. In nursery practice, a tree which has not been transplanted in the nursery.

2. **Postura.** En práctica de vivero, arbolito que no ha sido trasplantado en el vivero.

Spot, fail. A place where natural or artificial reproduction has failed to become established.

Falla. Sitio donde ha fracasado la regeneración natural y la artificial.

Stoma. A breathing pore or aperture in the epidermis of leaves, through which respiration and transpiration take place.

Estoma. Orificios o espacios intercelulares que se encuentran en la epidermis de las hojas y a través de los cuales tiene lugar la respiración y la transpiración.

Story. A horizontal layer of vegetation.

Estrato. Una capa horizontal de vegetación. Los pisos forestales desde el punto de vista ecológico son: arbóreo, arbustivo, subarbustivo y rasante. Cada porción de la masa vegetal contenida dentro de un límite de altura determinado. Sin. Piso.

Strength, compressive. The resistance of wood to a force which tends to crush it in the direction in which the force acts. Syn. Crushing strength.

Resistencia a la compresión. En xilología se refiere a la resistencia que ofrece la madera ante una fuerza que trata de aplastarla en la dirección en que dicha fuerza actúa.

Structure, soil. The morphological aggregates in which the individual soil particles are arranged.

Estructura del suelo. Los agregados morfológicos en que están agrupadas las partículas del suelo.

Structure, stand. The constitution of a stand with respect to age, crown, diameter, and tree classes.

Estructura del rodal. La composición de un rodal en lo relativo a clases de edad, clases de copa, clases diamétricas y clases de árboles.

Succession, primary. Plant succession on newly formed soils or upon surfaces exposed for the first time, which have never borne vegetation.

Sucesión primaria. En ecología, se refiere a la sucesión vegetal existente sobre suelos de formación reciente o sobre superficies expuestas por primera vez y que nunca antes han sustentado vegetación alguna.

Succession, secondary. Plant succession which is subsequent to the destruction of part or all of the original vegetation.

Sucesión secundaria. En ecología se refiere a la sucesión vegetal que aparece después de la destrucción de parte o de toda la vegetación primitiva.

Tannin. That portion of the water-soluble matter of certain vegetable materials which will precipitate gelatin from solution and which will form compounds with hide fiber that are resistant to washing. Tannins are amorphous or crystalline solids of astringent taste having wide occurrence and general distribution in the tissue of most higher plants.

Tanino. Substancia sólida, soluble en agua, astringente, amorfa o cristalina, de color amarillo, que abunda en las cortezas de los árboles, frutos verdes, hojas, etc., y tiene la propiedad de precipitar la gelatina de una solución y formar combinaciones insolubles con la epidermis y la piel de los animales, fibrina, etc.

Texture, soil. The relative proportion of the various size groups of individual soil grains.

Textura del suelo. La relativa proporción de los diferentes grupos dimensionales de las partículas o gránulos individuales del suelo.

Tracheid, strand. In wood anatomy, a tracheid of a vertical series (strand) of tracheids and longitudinal parenchyma cells, each series having originated from a single cambial initial.

Traqueida segmentada. En anatomía de maderas, traqueidas provenientes de una sola inicial del cambium, que al desarrollarse, se segmentan transversalmente; pueden estar constituídas únicamente de traqueidas o de traqueidas y celulas del parénquima.

Tracheid, vascular. In wood anatomy, an imperfect or degenerate imperforate vessel member; resembles a true vessel member in position and form.

Traqueida vascular. En anatomía de maderas, célula sin perforar, semejante a los elementos de un vaso pequeño por su forma y posición. Elemento vascular imperfecto o degenerado.

Variable. A quantity or quality showing variation from one individual to the next in the same population.

Variable. En estadística, una cantidad o calidad que señala una variación entre un individuo y otro en la misma población.

Vegetation. The whole of the plants in a given area.

Veneer. A thin sheet of wood cut on a veneer machine. There are three kinds of veneers: sawed, sliced, and rotary cut.

Viability. The potential capacity of seeds to germinate.

Vine. Any plant whose stem requires support, and which climbs by tendrils or other means or trails or creeps along the ground.

Volume, merchantable. The amount of wood in a single tree or stand considered salable.

Volunteer. A tree which has developed naturally on a bare or sparsely forested area.

Watershed. The whole region or area contributing to the supply of water courses. Syn. Drainage area, Catchment area or Basin.

Wilding. A seedling naturally produced outside of a nursery in contrast to a nursery-grown seedling used in forest planting.

Wood, early. The less dense, larger-celled, first-formed part of a growth layer. Syn. Springwood.

Wood, green. Unseasoned wood.

Wood, late. The denser, smaller-celled, later-formed part of a growth layer. Syn. Autumn wood; Summerwood.

Wood, primary. The first formed xylem, differentiated from an apical meristem; ordinarily at edge of pith in the stem.

Wood, secondary. Wood produced by the cambium.

Xerophyte. A plant that grows in dry situations.

Xylem. See wood.

Year, seed. A year in which a given species bears seed.

Vegetación. El conjunto de los vegetales existentes en un paraje determinado. Tapiz vegetal desde el punto de vista de sus relaciones con el medio ambiente.

Chapa. Una delgada lámina de madera, que se corta con maquinaria especial, es decir mediante el corte en sierras circulares de gran tamaño y mediante el corte plano y el corte rotativo.

Viabilidad. La capacidad germinativa potencial de las semillas.

Trepadora. Cualquier planta cuyo tallo necesite sostén y que trepa mediante zarcillos o cualquier otro medio o que se arrastra por el suelo. Sin. Bejuco (voz Caribe), Enredadera.

Volumen comerciable. La cantidad de madera en un árbol o en un rodal que se considera comerciable.

Voluntario. Un árbol que se ha desarrollado espontánea o naturalmente en un paraje desnudo de vegetación o escasamente poblado.

Cuenca hidrográfica. Comprende toda la región o territorio cuyo conjunto de afluentes (cursos de agua) contribuyen al aprovisionamiento de agua. Sin. Cuenca de captación, Cuenca de recepción.

Brinzal. Arbolitos que se originan por la regeneración natural de la semilla fuera del vivero, por lo general bajo los árboles padres en el propio bosque. Sin. Semillón (Argentina).

Leño nuevo. Parte del leño menos densa y de células más grandes, que sirve principalmente para la conducción de agua a los sitios que la necesitan y es la primera en formarse. Sin. Leño de primavera.

Leño o madera verde. Madera que aún no ha sido secada, sazonada o curada.

Leño tardío. Madera compacta, de células más pequeñas, que acrecenta especialmente la consistencia del tallo y es la última en formarse. Sin. Leño de otoño, Leño de verano.

Leño primario. El primer xilema que se forma por la diferenciación de las células meristemáticas primitivas y apicales. (Comúnmente en el límite de la médula en el tallo).

Leño o madera secundaria. Madera o leño que se origina del cambium.

Xerófita. Planta que crece en sitios donde escasea la humedad; es decir relativamente secos.

Xilema. Sinónimo de leño.

Año de fructificación. El año en que fructifica una especie dada.

Supplementary Bibliography - (Continued)
(Bibliografía Adicional, Continuación)

68. SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS — Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos. Manual de Conservación de Suelos. 1947.

69. INFORME — Reconocimiento forestal de las cuencas de los Ríos El Buey y Piedras y de las quebradas Las Marías y La Ayurá, en el Departamento de Antioquía. Tierras y Aguas. Año 5to. Núms. 59 y 60. Noviembre y Diciembre de 1943.

70. DEL POZO, PEDRO. — Iniciación de una política forestal en Colombia. Tierras y Aguas, año 3ro. Núms. 32-36, 1941.

71. CONSTANTINO, I. N. — El Bosque y su enemigo No. 1. Argentina, Ministerio de Agricultura, Dirección General de Tierras y Bosques, Dirección de Informaciones, Publicación Miscelánea Núm. 222, 1946.

72. CID Y BERGMAN, M. — Segunda Conferencia Interamericana de Agricultura, Sección Quinta V, 3C. Silvicultura. Política Nacional del Bosque, Control de Incendios. 1942.

73. SOSA. ANTONIO H. — Exploración forestal en la Alta Sierra Tarahumara del Estado de Chihuahua. Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca. Año III, Núm. 9 México, diciembre, 1937 — febrero 1938.

74. ISASA, ANTONIO NICOLAS — Formación y destrucción del suelo. Primera parte. España, Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias Año XX, Núm. 46. Madrid 1949.

75. DEVOTO, FRANCO E. — Los bosques y la economía forestal argentina. Argentina, Ministerio de Agricultura de la Nación, Dirección de Tierras, Sección Técnica de Bosques Boletín Tomo 36 No. 3, 1934.

76. GRUNBERG. ISAAC P. — Proyecto de Ley Forestal. Argentina. Universidad de Buenos Aires Facultad de Agronomía y Veterinaria, Instituto de Frutivicultura y Silvicultura Tomo I, Fascículo 1. 1940.

77. CHAMPION, H. C. AND TREVOR, GERALD — Manual of Indian Silviculture. Oxford University Press, 1938.

78. OTOYA ARBOLEDA, FRANCISCO J. — La erosión y la conservación de suelos en Colombia. Revista de la Facultad de Agronomía de Colombia Vol. V Núm. 20, 1943.

79. HOYOS DE CASTRO, ANGEL — Condiciones de formación de los suelos canarios. Anales del Instituto Español de Edafología, Ecología y Fisiología Vegetal. Tomo IV Volumen 1, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, Mayo 1945.

80. ALBOREDA, J. M.; ALVIRA, T. Y GUERRA A. — Contribución al estudio de las tierras pardas españolas. Anales de Edafología y Fisiología Vegetal Tomo VIII Núm. 4 Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas Julio-Agosto, 1949.

81. BELLOT RODRIGUEZ, FRANCISCO — Las comunidades de **Pinus pinaster** Sol. en el occidente de Galicia. Anales de Edafología y Fisiología Vegetal. Tomo VIII, Núm. 1. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, enero-febrero 1949.

82. MURO MARTINEZ, RICARDO — Transformación de la madera del monte en madera escuadrada.

83. TORTORELLI, LUCAS A. — La explotación racional de los bosques de araucaria de Neuquén. Separata de Servir Año VI, Núms. 63, 64, 66. Revista de la Escuela de Estudios Argentinos, Sept.-Dic. 1942.

84. AGUADO SMOLINSKI, JOSE — Un caso de aplicación de la estadística matemática a la producción forestal, Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones y Experiencias, Año 18 Núm. 35, Madrid, 1947.

85. TREVIÑO SALDAÑA, CARLOS — Apuntes sobre ordenación de montes. La Industria Forestal Vol. 2, Núm. 14, México, Julio 1947.

86. ROIG, JUAN T. — El Cedro, Estudio ecológico de las plantaciones existentes y recomendación para la propagación y el cultivo comercial. Cuba, Estación Experimental Agronómica, Boletín No. 64, Diciembre 1946.

87. BRODERMAN, JORGE — Investigación geológica de las aguas minero-medicinales de la provincia de la Habana. La Habana 1942.

88. DE ALBEAR, JESUS FRANCISCO — Estudio geológico de los suelos de la provincia de la Habana. La Habana 1941.

89. FUSET TUBIA, J. — Biología General. España, 1941.

90. PAVARI, ALDO. — Sobre algunos principios de ecología forestal. Montes Año V, Núm. 25, enero-febrero de 1949.

91. MONZON Y MOSSO. C. — Sobre el trabajo elástico. Montes Año V, Núm. 26, marzo-abril 1949.

92. DE CAÑEDO-ARGUELLES, E. — El "ranker" de Kubiena, en nuestra Sierra de Guadarrama y en las Montañas Rocosas. Montes Vol. V, No. 27 mayo-junio 1949.

93. ROMERO CONDE, P. — La madera en el futuro de México. El Mensajero Forestal Año VIII Núm. 68. Noviembre 30, 1949

94. BARRENA, R. — Repoblación forestal. El Mensajero Forestal, Año VII, Núm. 63, 1949.

95. ESTEVES, I. — Pastoreo. El Mensajero Forestal. Año VI. Núm. 59, septiembre-octubre, 1948.

Notes on the Climax Forests of Puerto Rico and their Destruction and Conservation Prior to 1900

Frank H. Wadsworth
Tropical Forest Experiment Station
Río Piedras, Puerto Rico

Climax vegetation as an undisturbed expression of the climate and soil is an important source of basic information for forestry. The degree to which forest managed by man differs from the climax, or to which silviculture arrests the natural trend of ecological succession toward the climax, is a rough measure of the cost of practicing forestry, in terms of weeding, cleaning, improvement cuttings, and insect and disease control. In the climax forest are found clues as to the maximum stand density that the land can support and the microenvironmental requirements of each tree species.

Man has been active in the destruction or modification of Puerto Rico's vegetation for many centuries. The natural vegetation has been completely removed from the half of the island which is now classed as cropland. The grass cover on another quarter of the island is also a result of modification, for if neglected it tends to revert to brush and forest. In most of the forests clear signs of recent disturbance are evident. Elsewhere, the youth of the forest and the simplicity of its structure and composition as compared with undisturbed forests of similar environments on nearby islands generally leaves little doubt that it is secondary, having developed on previously cleared land.

Description of the climax forests of Puerto Rico is difficult for the simple reason that few if any relics remain. Probably no tree species have been eliminated from the flora, but their relative abundance today does not reflect undisturbed conditions. Cut-over forests redevelop the structure and composition of the climax very slowly. An attempt made here to reconstruct a picture of pre-Columbian forests is based largely on deduction from the ecological work of Beard in the closely related forests of the Lesser Antilles (2), but also from that of Gleason and Cook in Puerto Rico (18), from local weather records, and from observations in remaining Puerto Rican forests.

The search for relics of climax forest in Puerto Rico for study is largely but not entirely a matter of field investigation. The elimination of stands which have obviously been disturbed greatly simplifies the search, but where no signs of disturbance are evident, field study needs support from historical data as to past forest cutting and conservation. The most important period of history concerned is that prior to 1900, since tree growth records (40) indicate that the results of material disturbance within a forest since that time would still be evident. Historical evidence as to the destruction and conservation of the original vegetation of Puerto Rico prior to 1900 was therefore collected. A special effort was made to locate information concerning the Luquillo Mountains, the largest area in the island which is still covered by natural forest. The record is incomplete and appears mostly as brief references in documents concerned primarily with other matters. Acknowledgment is made to Rafael W. Ramírez de Arellano Professor of Puerto Rican History at the University of Puerto Rico for assistance in the location of early reports. The late Armando Morales, former Chief of the Public Lands Section of the Insular Department of Interior made available files of the Department concerning early public forestry. Free use is made of these files without further reference. Miss Carmen García-Piquera of the Tropical Forest Experiment Station assisted in the interpretation of some of them

The Original Vegetation

Vegetation became established on Puerto Rico during the Cretaceous period (18) more than 1,000,000 years ago. Vulcanism during this period was not sufficient to interfere with plant invasion, and although there was probably minor volcanic activity during the succeeding Tertiary period at no time since has the entire island been submerged.

There is every reason to believe that the dominant vegetation at the time of Columbus' arrival was forest throughout the island with the possible exception of a few small marshes. Forest is the climax vegetative formation produced elsewhere by climate and soils similar to those of Puerto Rico. The reports of early voyagers, Chanca in 1493, Melgarejo in 1582, the Earl of Cumberland in 1597, and Abbad in 1788 all describe the island as forest covered (1, 15, 23). With one or two exceptions the native land birds are all forest-inhabiting forms (25).

Puerto Rico's pre-Columbian forests were luxuriant. Oviedo concluded in 1500 that the forests of

Puerto Rico were not unlike those of Hispaniola (25) (which are still very dense). Study of Puerto Rico's least-disturbed present stands indicates that at the time of discovery the forests contained at least 7,000,000,000 cubic feet of wood. Abbad in 1788 (1) mentioned the superiority and the great variety of the trees of the uplands but stated that many valuable trees also grew in the more arid southern part of the island. The total number of tree, shrub, and herbaceous species has been estimated at 3,355 (35). There are about 500 native tree species, representing 70 plant families.

Along the wind-swept seacoasts was a low scrubby littoral woodland. Most of the trees were small and of poor form due to exposure. On dry rocky slopes facing the southern coast the littoral woodland assumed the form of cactus scrub. In protected locations, particularly on the north coast, however, grew trees of good timber species such as maría (**Calophyllum antillanum** (Jacq.) Britton), ausubo (**Manilkara nitida** (Sessé & Moc.) Dubard), roble (**Tabebuia pallida** Miers), and tortugo amarillo (**Mastichodendron foetidissimum** (Jacq.) Cron.). One of the most prominent species was uva de playa (**Coccolobis uvifera** L.).

In protected bays, lagoons, and estuaries dense stands of mangrove developed, possibly to a height of 60 feet. Four tree species were present, two of which, mangle colorado(**Rhizophora mangle** L.) and mangle botoncillo (**Conocarpus erecta** L.), produced valuable timber.

On the coastal plain and foothills, up to about 500 feet elevation and slightly higher in the western mountains, grew a dry forest which was largely evergreen, but with some deciduous trees, particularly on the south coast. It was very dense, and on the northern coastal plain attained possibly 80 feet in height. On the northern coastal limestone hills and on the south coast it was shorter, from 40 to 60 feet tall. This forest consisted of two tree layers, each with distinct species. The lower layer constituted a forest within a forest, and depended upon the protection of the upper canopy for its existence. The vegetation varied in composition, and at least 200 tree species were present. Good timber trees grew throughout most of this zone, including ausubo (**Manilkara nitida** (Sessé & Moc.) Dubard), maría (**Calophyllum antillanum** (Jacq.) Britton), algarrobo (**Hymenaea courbaril L.**), maricao (**Byrsonima spicata** (Cav.) DC.), roble (**Tabebuia pallida** Miers), jácana (**Lucuma multiflora** A.DC.), tortugo amarillo (**Mastichodendron foetidissimum** (Jacq.) Cron.), moralón (**Coccolobis grandifolia** Jacq.), higuerillo (**Vitex divaricata** Sw.), tabloncillo (**Mastichodendron portoricensis** (Urban) Cron.), capá blanco (**Petitia domingensis** Jacq.), capá prieto (**Cordia alliodora** (R.&P.) Cham.) guaraguao (**Guarea trichilioides** L.), cedro (**Cedrela odorata** L.), péndula (**Citharexylum fructicosum L.**), ucar (**Bucida buceras** L.), guayacán (**Guaiacum officinale** L.), moca (**Andira jamaicensis** (W. Wright) Urban), maga (**Montezuma speciosissima** (Sessé & Moc.) Dubard), cedro macho (**Hyeronima clusioides** (Tul.) Muell.), aceitillo (**Zanthoxylum flavum** Vahl.), cóbana negra (**Stahlia monosperma** (Tul.) Urban), and masa (**Tetragastris balsamifera** (Sw.) Kuntze).

Unlike the other Greater Antilles, Puerto Rico's coastal forests contained no mahogany (**Swietenia mahogani** (Jacq.). The view is often expressed, that mahogany is native but that the stands were all destroyed long ago. It is extremely doubtful, however, that this species, which reproduces very abundantly under plantations recently established in the island, could have been exterminated. Not even the more valuable yet less aggressive aceitillo (**Zanthoxylum flavum** Vahl.) has disappeared. The belief that mahogany is native may have resulted from confusion in the interpretation of historical records due to the similarity of the Indian "caóbana", meaning "red wood" (and formerly applied locally to Spanish cedar), and the Indian word used elsewhere for mahogany, "caoba" (7). It might also have resulted from the early use of imported mahogany in Puerto Rico. Local furniture manufacturers do not attempt to dispel the impression that it is a native wood.

Between about 500 and 2,000 feet elevation in the eastern mountains and to 3,000 feet in the central mountains, slightly higher on the south slope than on the north, was the most magnificent forest of Puerto Rico, a dense rain forest growing to 100 or 110 feet in height. The largest trees grew to 8 feet in diameter, and there were probably about 170 species. Three forests of distinct composition grew together here, their trees intermingled and forming three separate layers at different levels. With some local variation the better timber trees included tabonuco (**Dacryodes excelsa** Vahl.), motillo (**Sloanea berteriana** Choisy), jácana (**Lucuma multiflora** A. DC.), guaraguao (**Guarea trichilioides** L.), cedro (**Cedrela odorata** L.) ausubo (**Manilkara nitida** (Sessé & Moc.) Dubard), moca (**Andira jamaicensis** (W. Wright Urban), maricao (**Byrsonima spicata** (Cav. DC.), capá prieto (**Cordia alliodora** (R. & P.) Cham.), nuez moscada (**Ocotea moschata** (Pavon) Mez.), granadillo (**Buchenavia capitata** (Vahl.) Eichl.), and masa (**Tetragastris balsamifera** (Sw.) Kuntze).

Above the rain forest to near the tops of the peaks was a comparatively open montane forest 60 feet tall made up of about 60 tree species. Comparatively few good timbers were present. They included laurel sabino (**Magnolia splendens** Urban),, jaguilla (**Magnolia portoricensis** Bello), caimitillo (**Micropholis**

chysophyllcides Pierre), caimitillo verde (**Micropholis garcinifolia** Pierre), nemocá (**Ocotea spathulata** Mez.), camasey jusillo (**Calycogonium squamulosum** Cogn.) and guayabota (**Eugenia stahlii** (Liaersk.) Krug & Urban). Sierra palm (**Euterpe globosa** Gaertn.) was prominent on unstable soils within this zone. In the montane forest of the western mountains grew Puerto Rico's only native arborescent gymnosperm, caoba del país (**Podocarpus coriaceus** Rich.).

On the mountain peaks above 2,500 feet elevation was a wind-swept dwarf forest 20 feet or less in height, and containing about 20 tree species. Little or no valuable timber was present.

Forest Destruction

Cutting of Puerto Rican forests has yielded both timber and land. Cuttings made solely for timber generally did not constitute deforestation since only the few trees best suited to man's needs were removed, and sufficient less valuable trees were left to protect the soil. Even cuttings for fuelwood or charcoalwood which removed all trees left saplings, and the stumps were permitted to sprout, so that a forest cover reappeared in a few years. Cutting for land clearing, on the other hand, destroyed all trees, tree seeds, and roots. Where cleared lands have been abandoned plant succession back toward forest has had to begin in an adverse environment, and the forests which have so developed still contain fewer tree species than those where clearing never took place.

Timber Use

The pre-Columbian forests of Puerto Rico were vital to habitation by the Indians. They provided shelter (thatch, poles, vines, palm sheaths), important foods (fruits), parts of weapons and implements, means of transportation (dugout canoes), medicines (leaves, bark, roots), dyes, fibers (palms), ropes (bark), vessels for domestic use (calabash), and fuel. Even assuming that there were as many as 100,000 Indians (authoritative estimates (7, 19) are as low as 30,000 to 60,000), however, the utilization of these products would be only of minor significance to the forest. If, as is generally believed (1, 11, 16), most of the Indians lived on the coast, it is very improbable that they had much influence in the parts of the island where the vegetation now is apparently least disturbed.

Timber use increased with the arrival of the Europeans. Uses to which local forest products have since been put include ship timbers, buildings of improved design, furniture, oxcarts, fence posts, piling, railroad ties, cigar boxes, pencils, ornaments, resin for ship repairs and incense, parts of machinery, bridges, boxes, canes, and stakes for tobacco drying and vegetable growing. By 1647 some 800 to 900 tons of ships had been built (39).

The rate of cutting in Puerto Rico's forests prior to 1900 was influenced by trade. Although available statistics may not be reliable as to the total volume of early exports, in that they apparently do not include shipments to the Crown or what may have been a large clandestine trade, it is known that Spanish trade restrictions virtually isolated Puerto Rico from the rest of the world during the 17th century. Only Spanish ships were permitted to call, and during one period of 11 years no ships of any description came to the island (38). The presence of excellent timbers in Puerto Rico's forests became generally known, however, and they were among early exports. The value of Puerto Rican ship timbers was so great that at one time the government outlawed their sale to any foreign power, reserving them specifically for naval construction by the Crown (37). In 1765 exports from San Germán, Ponce, Coamo, and Guayama included mora (**Chlorophora tinctoria** (L). Guard.) worth $12,900, guayacán (**Guaiacum officinale** L.) worth $5,500 and úcar (**Bucida buceras** L.) worth $400 at that time (27). In 1778 one of the exports products listed (26) was "mastick", the gum of almácigo (**Bursera simaruba** L.) Sarg.). The volume of these early exports was small, however, for even as late as 1803, total exports of all products were valued at only $57,500 (24).

Following the adoption of the "Cédula de Gracia" in 1815, which opened Puerto Rico to world commerce, trade increased immediately, and by 1830 was valued at $5,600,000 (24) including timber exports worth $21,000 (17). Records of subsequent exports were found for 1837, 1838, 1840-1862, 1864, 1867-1891, and 1895 (21, 32), and included the following forest products:

Precious woods
- Aceitillo (**Zanthoxylum flavum** Vahl)
- Cedro (**Cedrela odorata** L.)
- Nuez moscada (**Ocotea moschata** (Pavon) Mez.)

Construction woods
- Capá (**Petitia domingensis** (Jacq.)
- Algarrobo (**Hymenaea courbaril** L.)
- Ausubo (**Manilkara nitida** (Sessé & Moc.) Dubard)
- Cóbana (**Stahlia monosperma** (Tul.) Urban) tons
- Guayacán (**Guaiacum officinale** L.) (4,081 tons)
- Caña fístula (**Cassia fistula** L.)

Dyewoods
- Mora (**Chlororophora tinctoria** (L.) Gaud.)

Posts (mixed)

Fuelwood (mixed)

Palm boards (**Roystonea borinquena** Cook)

Charcoal (mixed)

Guaiacum resin (**Guaiacum officinale** L.)

Tabonuco resin (**Dacryodes excelsa** Vahl.)

Pomarrosa barrel hoops (**Eugenia jambos** L.) (138,000 kg.)

Majagua ropes (**Pariti tiliaceum** (L.) St. Hill) (2,795 dozen)

The units of measurement were not always comparable, so that it is impossible to sum up volumes, except for the few products indicated above. No definite trend is seen during this period. Through 1885 (45 years of record) the total value of timber exports, the sole index of their volume, was about $1,690,000, or an average of $37,600 per year. Puerto Rican timber products went to Spain, the United States, Germany, France, England, Italy, Canada, the Virgin Islands, Cuba, Guadeloupe, Barbados, and Santo Domingo (32).

Indications of a growing local scarcity of quality forest products appeared early in the 19th century. Puerto Rico imported construction lumber (presumably pine) from the United States as early as 1829 (24). Flinter (17) in 1828 referred to wasteful cutting practices and incomplete utilization as a cause for timber scarcity on the coast but stated that good timber was still abundant in the interior of the island. In 1834 a circular prohibited further exportation of strong timber suitable for boats and construction, as they were needed on the island (36). The trade statistics already presented, however, indicate that this circular was either rescinded or not enforced. Imports of furniture began by 1835 (13). In 1871 timber imports were valued at more than $900,000 (21).

Coastal areas provided most of the forest products of Puerto Rico prior to 1900. The accessibility of coastal forests was important because of the weight and bulk of timber. The forest products listed among exports during the 19th century were almost all from species of trees typical of the forests of the coastal plain or foothills. The mangrove forests were described in 1877 as much used for naval construction, fishing boats, and house construction. Mangrove bark was used for tannin at least as early as 1888. By the end of the century timber of ausubo (**Manilkara nitida** (Sessé & Moc.) Dubard), aceitillo (**Zanthoxylum flavum** Vahl.), and guayacán (**Guaiacum officinale** L.) had virtually disappeared.

Timber cutting in the Luquillo Mountains began later than elsewhere in the island. This area was dominated by hostile Indians at least until 1582 (23). Mining was more or less active throughout the first 4 centuries since discovery, but operations were largely confined to alluvial deposits in the river beds, giving rise to no permanent settlement and probably to little timber cutting. Numerous land concessions in the last half of the 19th century were made specifically for timber cutting, but about 24,000 acres in these mountains were described as heavily timbered as late as 1875. Large scale cutting from Crown lands was planned by the government during the period 1878-1888 but no record of accomplishment was found. Signs of old skid trails are still evident in all the more accessible areas below the 2,000-foot contour. Logs were skidded by oxen and exported through the port of Luquillo (Embarcadero Point). Hill (20) in 1899 estimated that only 8 square miles of virgin forest remained in these mountains. A subsequent report (5), however indicates strongly that about 20,000 acres were then virgin.

Timber consumption in Puerto Rico from the date of first white settlement in 1508 to 1900 probably increased about in proportion to the population. Assuming per capita consumption to be 20 cubic feet per year, a figure estimated for 1923 (41), the total consumption of wood in Puerto Rico from 1508 to 1900, based upon past population data (6, 12. 31), would be about 1,200,000,000 cubic feet. This estimate is high because the average per capita consumption of wood during this early period was undoubtedly lower than that in 1923. Moreover, imports of timber which late in the 19th century apparently exceeded the volume of any earlier wood exports, provided part of the wood consumed during this period. Probably not more than 1,000,000,000 cubic feet of timber was actually utilized. This is less than 15 percent of the estimated stand at the beginning of the period. The timber volume of the island in 1899 is estimated at not more than 1,000,000,000 cubic feet (excluding coffee shade trees), based upon measurements in cut-over stands. Thus timber use explains only a small part of the decrease in volume which took place during the period.

Land Clearing

Land clearing by the Indians in pre-Columbian times is generally believed to have affected only a small area in Puerto Rico and chiefly along the coastal plain. There were small clearings around each village, but nearly all of the land clearing by the Indians was for cultivation, their main occupation. They had no animals requiring pasture. Indian farming practice, formerly referred to as "kamiku" (7) and now called "conuco" or "shifting cultivation", recognized the role of forest as a soil builder and reflected the large land area per capita. It is still a common practice in parts of the island. The forest on a small plot was cut and burned, the soil was cultivated

for 2 or 3 years until most of the organic matter and available plant nutrients were used up or leached out, and then the process was repeated on a nearby tract. Haas (19) considered it not at all improbable that the greater part of the island may have been cleared again and again by this process. This seems very doubtful, if for no other reason than the relatively undisturbed character of the forests indicated by early reports. The humid climate probably precluded large forest fires. Gleason and Cook (18) voice the general belief in stating that deforestation started in pre-Columbian times in the clearing for agriculture of small tracts by the aborigines, but with sparse population, little change was made in the vegetation.

Land clearing has spread throughout the island since the arrival of the European settlers, whose chief occupation has also been farming. The history of population growth, land disposal by the Crown, and farm land use indicates the rate, time, and nature of land clearing. The small population of the island in the 16th and 17th centuries made impossible the rapid spread of agriculture. O'Reilly (27) mentioned that progress in 1765 was impeded by the lack of hands to cut the forest and develop the land. At that time the population, estimated at 45,000, was comparable to that which probably existed at the time of Columbus' arrival. With virtually no export trade prior to 1800, only sufficient area was farmed to provide the food needs of the inhabitants. In 1800 the population was estimated at 155,000 (13). In the first decade of the 19th century Robin wrote, "The island of Porto Rico is still little inhabited... The habitations, isolated and dispersed over the island, lack communication with one another.... (What is needed is to) cut down the large and vigorous trees" (25). By 1899 the population had grown to 953,000 (31).

Land disposal by the Crown began with the "Ley Primera", promulgated by Ferdinand V in 1513, granting settlers title to tracts of about 170 acres upon compliance with certain requirements concerning residence and cultivation (25). By 1759 there were 5,000 farms. After many years of confusion resulting from the loss of records with the burning of San Juan by the Dutch in 1625 a Royal charter was issued by Charles III on January 14, 1778, granting ownership of occupied lands to their possessors and authorizing the Governor General to sell Crown lands at 1¼ "reales" per cuerda[1] of cultivable land and ¾ "real" per cuerda of pasture land (2). At that time a board was appointed to act under the Governor General in the distribution of unoccupied public lands in concessions of 200 cuerdas per applicant (29). These concessions were made on condition that 10 per cent of the area granted be placed under cultivation within 1 year, 25 per cent after 4 years, and 100 per cent after 10 years. This policy was not particularly effective in distributing land, and many parcels reverted for noncompliance.

With the restoration of Ferdinand VII to the Spanish throne after the Napoleonic wars further efforts were made to develop Puerto Rican agriculture. In 1818 the board established in 1778 was abolished and a new one, the "Junta Superior de Composición y Venta de Terrenos Realengos", was formed. This board was authorized to cede lands as before or to sell them to persons occupying former concessions but not complying with the terms of the concession. The "Junta Superior" was active until 1876, when it was decreed that land disposal by the Crown would be only by public sale to the highest bidder, a policy which remained in effect until the end of Spanish rule in 1898.

The most active period of land concession by the Crown was apparently between 1820 and 1850. In 1828, 44 per cent of the island or about 1,000,000 acres belonged to the Crown (17). By 1899 there remained only about 132,000 acres or 6 per cent of the island in Crown ownership (30). Between 1850 and 1876 the "Junta" conceded only 147,000 acres, and many of these concessions were remote, indicating that nearly all of the island had previously been conceded. The Crown lands at the end of Spanish rule in 1898 included forested areas in the Luquillo Mountains, near Maricao and Guánica, in the Mangroves, and on Mona Island.

Most of the early land clearing was for pasture. In the 16th century Ferdinand established the "Granja del Toa" , an institution which imported farm animals, food plants, and fruits (24). By 1571 there were many pastures (22), and by 1778 the island was well stocked with cattle (26). In 1828 there were 634,000 acres of pastures 17), and in 1899, 1,200,000 acres (31), or about 55 per cent of the island.

The production of field crops prior to 1900 did not involve as much land as did pasturing but required the clearing of steeper slopes. The introduction of coffee in 1736 (8) began a culture which was destined to push far into the then heavily forested mountainous interior of the island. Production of coffee increased rapidly after 1755 (11), and it soon became an important export. In 1828 the total area under cultivation was 117,000 acres, of which 17,000 acres were coffee plantations (17). A letter from the Governor General to the Spanish Foreign Minister in 1879 described the forests of the island as in such a sad state, particularly in the southern regions, that

[1] One cuerda equals 0.97 acre or 0.39 hectare.

irrigation-water was scarce, the soil was eroding, and the climate had changed notably. Forests were being clearcut and burned in order to practice what was backward and nonproductive farming with no concern as to the effects on the soil.

In the Luquillo Mountain region land clearing began early but apparently did not ascend the slopes for many years. A farm established by Cristóbal de Guzmán near Río "Loquillo" (now Mameyes) in 1509 (4, 9) was destroyed by Caribs in 1530 (10). Abbad (1) refers to a Sebastián Alonso Niebla who had a farm "on Loquillo Mountain" early in the sixteenth century. In 1582 Melgarejo (23) stated that the valleys of the Río Fajardo, the Río Sabana, the Río Espíritu Santo, and the Río Grande were abandoned because Caribs lived in the Luquillo Mountains. At that time one family persisted in the Mameyes Valley but its house had been burned two or three times.

There appear to have been no concessions of the lands of the Luquillo Mountains to private individuals until 1776, with the possible exception of the few scattered farms just described, all of which were probably located on the lower foothills. In that year in appreciation for military services Charles III awarded 4 "leguas" of land in Puerto Rico to the Duke of Crillon (Luis des Balbes de Berton de Quiers) (33). This was evidently equivalent to more than 20,000 acres. Most of this grant was located in the Luquillo Mountains, which constituted the largest block of unoccupied lands at that time. In 1792 the Duke took possession of 8,700 cuerdas, 4,400 in the municipality of Naguabo, 2,800 in Fajardo, and 1,500 in Luquillo. In 1830 the rest was ceded, including 2,000 cuerdas in the municipality of Loíza (8), a large area within Río Grande municipality, and additional areas in the western mountains near Lares. Neither the boundaries nor the exact areas of the Duke's tracts in the Luquillo Mountains are now known, but the upper part of the mountains must have been included. Present day indicators within the area are place names such as "Pico Duque", "Colina Duque", "Barrio Duque", and "Sitio Duque".

The grant was made to the Duke on condition that the lands be under cultivation within 4 years, a condition that was not satisfied. The Duke himself never visited the island, and his heirs did not have a local representative until 1829. Nothing was ever done with the bulk of the property by the Duke or his heirs, and after a long legal battle between the heirs and the Puerto Rican authorities, Isabella II sent Count Manfredo Bertone de Sambuy to the island in 1859 and ordered local officials to put him in possession of the property. This was apparently never done in the Luquillo Mountains (33). The more accessible areas of what had been the Duke's grant were subsequently conceded by the "Junta Superior".

One part of the Duke's grant, containing 2,430 acres and located in barrio Río Blanco of Naguabo, was given by the Duke to Count Bernardo de Galvez. This tract was inherited by his daughter, Matilde de Galvez, Marchioness of Sonora. She in turn willed it in 1839 to her daubhter, Countess Clotilde Capece Minutolo y Galvez, who claimed that the area had been surveyed in 1830 and 1831, but she had not proven the boundaries by 1885. The countess collected rent from several people living within the area late in the 19th century, but the character of land use is not known. This tract may have extended westward along the south slopes to a tract now known as "La Condesa" on the western edge of the mountain range.

A claim was made to the entire western half of the Luquillo Mountains in 1923, based upon an alleged grant, the "Plantación de San Luis de Canóvanas", made in 1703 to Francisco de los Reyes Correa, a captain of the Spanish Army who defended Arecibo against the British in 1702. Evidence to prove the heirs' claim that they had been in possesof it until 1896 and had been cutting timber there until 1912 was never found.

Inaccessibility and the poor quality of the soil for farming delayed the concession of most of the Luquillo lands lying above 500 feet elevation until after 1850. An area of about 10,000 acres in the center of the mountains remained Crown land and was forested until the Treaty of Paris in 1898. The uppermost farms produced coffee and minor crops, but in the aggregate they contained at least an additional 10,000 acres which had not been deforested by the end of the century (5).

By 1900 more than three quarters of the land surface of Puerto Rico had been deforested. About 1,700,000 acres, or 78 per cent of the island, was in farms. Of this, about 463,000 acres was under cultivation, including 191,000 acres of coffee plantations (31). By deduction it is concluded that at least 20 per cent of the island, or an area of about 450,000 acres, was covered by timber and brush. Farming had expanded more rapidly than the system of roads suitable for the transportation of timber, so 70 to 80 per cent of the original forest was cut and burned while still economically inaccessible to any market.

Forest Conservation

The record of efforts to conserve Puerto Rico's forests prior to 1900 is almost entirely a list of laws. Conservation legislation appeared early, but there is little evidence of results. The growing need for forest conservation was obscured for many years by the

readily available supply of forest products from foreign sources. It finally became manifest when the forests had retreated so far that fence posts and fuelwood became locally scarce and rivers caused disastrous floods during stormy weather or disappeared completely during dry weather.

In the "Ley Primera", in 1513, Ferdinand V offered the people land, a part of which was to be planted to trees (28). In 1536 Charles I ordered settlers to whom lands were distributed to take possession thereof within 3 months and to plant trees along their boundaries, so that it would be possible to use the timber (28). The first indication of interest within Puerto Rico in forest conservation was government Circular No. 493 in 1824 presenting the recomendation of Miguel de la Torre that strips of trees be left along and at the source of the streams (36).

On August 29, 1839 Isabella II ordered the establishment of a board in Puerto Rico to protect forests, fish, and wildlife (37). On August 20, 1843 this board approved (among others) the following resolutions:

1. All persons may cut trees on their own property for their own use.
2. Shipments of wood to foreign ports are subject to tariff.
3. Shipment of naval construction timber to foreign ports is prohibited.
4. Cutting on lands best suited for forest should be only in the form of thinnings.
5. Care must be taken in the cutting of public forests to maintain conditions satisfactory for reproduction.
6. Reforestation of public lands should follow cutting.
7. Palms should be planted because of their proven effect in keeping lightning away from dwellings.
8. No cutting is permitted on the margins or in the headwaters of rivers, on either public or private land.
9. Cutting for naval construction requires a special permit from the government.
10. The naval reserve woods are úcar (**Bucida buceras** L.), capá blanco (**Petitia domingensis** Jacq.), capá prieto (**Cordia alliodora** (R. & P.) Cham.), mangle botoncillo (**Conocarpus erecta L.**), mangle colorado (**Rhizophora mangle** L.), maría (**Calophyllum antillanum** (Jacq.) Britton), ausubo (**Manilkara nitida** (Sessé & Moc.) Dubard), algarrobo (**Hymenaea courbaril** L.), cóbana (**Stahlia monosperma** (Tul.) Urb.), roble (**Tabebuia pallida** Miers.), laurel (**Lauraceae?**), and cedro (**Cedrela odorata** L.).

Circular No. 34 of the Puerto Rican government in 1844 required planting of the boundaries of Crown lands and along roads from municipal funds. Burning of brush was prohibited on all lands. A public forestry agency was to be established. The mayors were to locate and determine the area of public lands within their municipalities which should be kept forested (36).

By royal order in 1850 all lands conceded by the "Junta Superior" which had not been cultivated in accordance with the terms of the concession were to revert to the government. If the persons using them did not then buy them at assessed value, any area best suited for forest was to be withheld from further sales and placed under the administration of a government forest engineer.

A royal order of June 1, 1853 ordered the preparation of a forest law, the location and marking of vacant lands, and the collection of statistics as to the amounts and methods of cutting. Two foresters were sent from Spain on a 3-year mission to help set up the project (37). A circular in 1857 made it plain that vacant lands and the forests of the Crown considered synonymous. This circular ordered the forest engineer to survey, mark and manage vacant lands near Utuado. Circular No. 76 in 1859 prohibited the cutting of the best trees for fuelwood, as they were to be dedicated to higher uses (36).

A budget for public forest management first appears in the record in 1860 (34), although reference is made in legislation 10 years earlier to the position of public forest engineer. This first appropriation was 2,800 pesos, (about $1,700) for a technical director and an assistant. From 1861 to 1865 a sum of 7,300 pesos was appropriated annually from 1866 to 1868, 5,600 pesos. In 1870 the position of forest engineer was eliminated by the local government as an economy measure, since public forestry was not considered necessary in a country without important public forests. Almost immediately forest areas passed into private ownership, including Guilarte Peak. In 1875 the Governor General signed a decree prohibiting clearing and burning on private as well as public lands without a permit from mayors, who were to follow the instructions of a government forest inspector. In February 1876 a royal order put a stop to the free distribution of land and specified that the forest inspector should examine all public lands before they were sold, to prevent alienation of lands which should

remain in forest. Ten per cent of the receipts from sales of land and forest products was to be dedicated to reforestation and forest improvement.

A forest law was signed by Alfonso XII on April 21, 1876 providing for the establishment of reserves and their protection (14). Public forests were to be established where needed for erosion control, conservation of well levels, regulation of rivers, maintenance of rains, and protection against wind. Municipal forests were to be set aside from Crown lands for each village wherever possible. They were to be administered locally by the mayors: all others by a regional organization under the Governor General. The forest inspector, who was in charge throughout the island, was to decide jointly with the local mayor, a year ahead, which trees should be cut from the municipal forests and to make plans for forest improvement. Sales of timber were to be at auction. The royal mark was to be placed on trees before they were cut. Illicit felling was to be paid for by double stumpage for the first offense, triple for the second, and quadruple for the third. Settlers near the forest were permitted to use timber for their own needs free of charge.

A specific appropriation for forestry was restored by the local government in 1876 (34) to carry out the new forest law. In 1877-78, 3,800 pesos were assigned for personnel, divided among an inspector, two assistants, a clerk, and an orderly. Sixteen-hundred pesos were provided for location of boundaries, office rent, books, and instruments. The following year the same personnel carried on, but the total appropriation was cut to 5,100 pesos. The mangroves, historically of value for naval construction, were transferred from the Navy to the "Inspección de Montes" in 1877 in spite of dissention by the Navy. An office of the Spanish "Cuerpo Nacional de Ingenieros de Montes" was maintained in Puerto Rico at least from 1877 to 1885. The Puerto Rican forestry organization at that time was under the "Negociado de Obras Públicas, Construcciones Civiles, Montes y Minas" and was referred to as the "Inspección de Montes de Puerto Rico" or the "Servicio de Vigilancia de Montes".

A proposal for public reforestation based upon the use of 10 per cent of the receipts from land and timber sales was approved by the Spanish government in 1879. The program was to concern all public lands not suited for cultivation or where forest was desirable for erosion control, fixation of river banks, or flood control. Where possible reforestation was to be accomplished naturally by seeding or coppice. Elsewhere direct seeding should be done or, as a last resort, planting. Provision was made for seed collection and nurseries.

The first forest region, containing about 26,000 acres in the Luquillo Mountains and the eastern mangroves, had been established by 1885 and was protected by one guard. A second region apparently centered at Utuado. About a dozen trespass cases were heard in 1885 before the mayor of Luquillo and many were won by the government. From 1877 to 1888 detailed plans were made for exploitation of public timber based upon estimates of volume, age classes, and rotation. These plans contemplated cutting more than 17,000 acres of forest annually, but no record of cutting was found. Descriptions by the "Inspección" of the public forests were so vague as to their areas, boundaries, and the character of the timber as to indicate that the forest inspector was not well acquainted with conditions in the field and that plans were far ahead of progress. At least 20 auctions of standing timber were held from 1885 to 1888 throughout the first region. Some of the timber sale contract clauses were essentially the same as those of today. In some contracts fuelwood was mentioned as being present on the cutting area, but harvesting was not proposed because of its abundance and lack of value.

Puerto Rico evidently had progressive forestry legislation during the 19th century. Although the historical record is not all clear, the extent and condition of the island's forest resources as described at the end of that century testify to the fact that conservation efforts were not very effective. This is not surprising in view of the skeleton force which was maintained to protect the forests and indications that the interest in forestry had its roots primarily in the mother country, so that conservation in the colony was something imposed by an outsider.

CONCLUSIONS

This study leads to certain general conclusions regarding the climax forests of Puerto Rico and their destruction and conservation.

1. The climax vegetation of Puerto Rico was forest. This forest varied in structure and composition and contained many valuable timber trees.

2. The Indians probably had little effect upon the vegetation prior to the arrival of the Europeans.

3. Land clearing was much more important as a cause of forest destruction than was timber utilization. Probably less than 20 per cent of the timber cut before 1900 was used.

4. The destruction of Puerto Rico's climax vegetation took place largely during the 19th century.

5. Efforts to conserve the forests prior to 1900 were not very effective. Conservation interests and governmental forestry authorities during the last half of the 19th century were unable to prevent the concession or sale by the government to private individuals of a large area of land which was best suited to forest and bore the island's best remaining timber stands. At most, conservation efforts merely slowed the rate of land disposal by the government. By 1898 the Crown forests contained only a few thousand acres of scrubby, inaccessible, or culled stands.

6. About 8,500 acres, including 5,600 acres in the Luquillo Mountains and lesser areas in the Carite, Toro Negro, Guilarte, and Maricao public forests and on a few scattered peaks in private ownership, may still bear climax vegetation. These are the least accessible areas of the island. Most of these tracts were never conceded to private individuals, and the forests on many of them apparently never produced timber of the types considered of high value in the past. The structure and composition of these forests closely resembles that of primary vegetation in the Lesser Antilles. No signs of cutting are apparent, and mature trees and rotting logs are common. Included are the extreme upper fringe of the rain forest and parts of the montane and dwarf forests.

LITERATURE CITED

1. ABBAD Y LASIERRA, IÑIGO, 1831 — Historia geográfica, civil y natural de la isla de San Juan Bautista de Puerto Rico. Reprint annotated by José Julián de Acosta Calbo, San Juan: Impr. y Librería de Acosta, 1866. Pp. 508.

2. BEARD, J. S. 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs No. 21. Pp. 192.

3. BRAU, SALVADOR. 1909. La fundación de Ponce. Tip.: "La Democracia". San Juan. Pp. 42.

4. ————. 1930. La colonización de Puerto Rico. 2d. ed. San Juan: Tip. Cantero, Fernández y Cía. Pp. 510.

5. BRUNER, E. MURRAY. 1918. Report upon the preliminary examination of the timber and fuel resources of the Luquillo National Forest. Río Piedras, Puerto Rico. Pp. 20 (unpublished).

6. CARROLL, HENRY KING. 1899. Report on the island of Porto Rico, its population, government, commerce, industries, production, roads, tariff, and currency, with recommendations. U. S. Treasury Dept. Washington: Government Printing Office. Pp. 813.

7. COLL Y TOSTE, CAYETANO. 1907. Prehistoria de Puerto Rico. San Juan: Tip. Boletín Mercantil. Pp. 298.

8. ————. 1914. La propiedad territorial en Puerto Rico. Bol. Hist. de Puerto Rico, 1:239-310.

9. ————. 1922. Historia de Puerto Rico — el alzamiento de los Indios del Boriquén. Bol. Hist. de Puerto Rico, 9:342-349.

10. COLL Y TOSTE, CAYETANO. 1923. Historia de Puerto Rico, octava conferencia. Bol. Hist. de Puerto Rico. 10:169-180.

11. COLON, E. D. 1930. Datos sobre la agricultura de Puerto Rico antes de 1898. San Juan: Tip. Cantero, Fernández & Co. Inc. Pp. 302.

12. CORDOVÀ, PEDRO TOMAS DE. 1831-33. Memorias geográficas, históricas, económicas, y estadísticas de la Isla de Puerto Rico. 6 vols. San Juan: en la oficina del gobierno, a cargo de D. Valeriano de Sanmillán.

13. ————. 1838. Memoria sobre todos los ramos de la administración de la Isla de Puerto Rico. Madrid: Impresa de Yenes. Pp. 348.

14. Cuba. 1907. Disposiciones vigentes relativas al servicio del Ramo de Montes en la Isla de Cuba. Havana.

15. DURLAND, WILLIAM D. 1929. Forest regeneration in Puerto Rico. Econ. Geog., 5:369-381.

16. FEWKES, JESSE WALTER. 1907. The aborigines of Porto Rico and neighboring islands. 25th Ann. Rept. Bur. Amer. Ethnology. Pp 3-220.

17. FLINTER, GEORGE DAWSON. 1834. An account of the present state of the island of Puerto Rico. London: Longman, Rees, Brown, Green, and Longman. Pp. 392.

18. GLEASON, H. A. AND COOK, MELVILLE T. 1926. Plant ecology of Puerto Rico. Scientific Survey of Puerto Rico and the Virgin Islands. New York: N. Y. Acad. Sci., VII, Pts. 1 and 2. Pp. 393.

19. HAAS, WILLIAM HERMAN. 1940. The American empire. Chicago: The University of Chicago Press. Pp. 408.

20. HILL, ROBERT. 1899. Mineral resources of Porto Rico. U. S. Geol. Survey Ann. Rept., Pp. 771-787. Washington: Government Printing Office 1899.

21 HITCHCOCK, FRANK H. 1898. Trade or Puerto Rico. U. S. Dept. Agric., Foreign Markets Sec. Bul. 13 Washington: Government Printing Office. Pp. 84.

22. LOPEZ DE VELASCO, JUAN. 1571. Descripción de Puerto Rico en 1571. (Reprinted, 1923). Bol. Hist. de Puerto Rico, 10:86-95.

23. MELGAREJO, JUAN. 1582. Memoria y descripción de la isla de San Juan de Puerto Rico en el año 1582. (Reprinted, 1914). Bol. Hist. de Puerto Rico, 1:75-91.

24. MIXER, KNOWLTON. 1926. Porto Rico, history and conditions, social, economic, and political. New York: Macmillan & Co. Pp. 329.

25. MURPHY, LOUIS SUTLIFFE 1916. Forests of Porto Rico, past, present, and future, and their physical and economic environment. U. S. Dept. Agr. Bul. 354. Washington: Government Printing Office. Pp. 99.

26. North American and West Indian Gazetteer. 1778. Printed for G. Robinson, London.

27. O'REILLY, ALEJANDRO. 1765. Memoria sobre la isla de Puerto Rico en 1765. (Reprinted, 1921) Bol. Hist. de Puerto Rico, 8:108.

28. PEYTON, J. S. AND PETERS, J. G. 1912. Forest timber and tree laws in general of Porto Rico. U. S. Forest Service, Washington. (Unpublished)

29. PORTO RICO, 1907. Annual report of the Governor, 1906-07. Washington Government Printing Office. Pp. 469.

30. PORTO RICO, 1919. Annual report of the Governor. 1919. U. S. War Department. Washington: Government Printing Office. Pp. 741.

31. PORTO RICO CENSUS OFFICE. 1900. Census of Porto Rico, 1899. U. S. War Dept. Washington: Government Printing Office. Pp. 413.

32. PUERTO RICO. 1822-1898. Intendencia General de Hacienda. Balanza Mercantil de la isla de Puerto Rico. San Juan.

33. PUERTO RICO, LEGISLATURE. 1930. Committee on unemployment. Report of the investigative committee to investigate the industrial and agricultural uneasiness and restlessness causing unemployment in Porto Rico. Rendered to the Governor and the Legislature of Porto Rico. 3 vols. San Juan.

34. PUERTO RICO. 1860-1868 and 1874-1879. Presupuestos generales de ingresos y gastos correspondientes al año económico. San Juan.

35. PUERTO RICO RECONSTRUCTION ADMINISTRATION. 1940. Puerto Rico; a guide to the island of Boriquén. New York: The University Society. Pp. 409.

36. RAMOS, FRANCISCO. 1866. Prontuario de disposiciones oficiales del gobierno superior de la isla de Puerto Rico. San Juan: Imp. de J. González Font. Pp. 531.

37. RODRIGUEZ SAN PEDRO, JOAQUIN. 1865. Legislación ultramarina. Vol. IV. Madrid: Impr. de los Señores Viote, Cubas, y Vicente. Pp. 708.

38. ROSARIO, JOSE. 1935. Development of the Puerto Rican jíbaro and his present attitude toward society. Univ. of Puerto Rico. Río Piedras Pp. 116.

39. TORRES VARGAS, DIEGO DE. 1647. Descripción de la isla y ciudad de Puerto Rico. (Reprinted, 1947) Bol. Hist. de Puerto Rico, 4:257-293.

41. ZON, RAPHAEL, AND SPARHAWK, WIL- lower montane rain forest of Puerto Rico. Carib. Forester, 8:27-35.

41. ZON, RAPHAEL, AND SPARKHAWK, WILLIAM N. 1923. Forest resources of the world. 2 vols. New York: McGraw-Hill & Co.

(Traducción del artículo anterior)

Notas Sobre los Bosques Climácicos de Puerto Rico y su Destrucción y Conservación con Anterioridad al 1900

La vegetación climácica como una manifestación imperturbada del clima y del suelo es nna fuente importante de información básica para la ciencia forestal. El grado en que el bosque ordenado por el hombre difiere del clímax o el grado en que la selvicultura interrumpe la tendencia natural de la sucesión ecológica conducente al clímax es una medida aproximativa de los gastos que acarrearía la práctica forestal en términos de desyerbos, limpias, cortas de mejora y control de insectos y enfermedades. El bosque climácico nos ofrece indicios sobre la densidad máxima de rodal que puede soportar ese terreno en particular y sobre los requisitos microambientales de cada especie arbórea.

Por muchos siglos el hombre se ha mantenido activo en la destrucción o modificación de la vege-

tación de Puerto Rico. La vegetación natural ha sido completamente suprimida de aquella mitad de la isla que hoy se clasifica como laborable. Los pastos que cubren otra cuarta parte de la isla son resultantes también de modificaciones ya que si se abandonan retroceden a maleza y bosque. En muchos de los bosques de la isla son evidentes tocones y demás indicios claros de alteración reciente. La mayoría de los demás rodales, por su juventud y por la simplicidad de su estructura y su composición, comparados con los bosques imperturbados en ambientes similares en islas adyacentes, no deja generalmente lugar a dudas de que son secundarios, producto posterior de terrenos previamente talados.

La descripción de los bosques climácicos de Puerto Rico es difícil por la sencilla razón de que existen pocas o casi ninguna reliquia o vestigio. Probablemente ninguna especie forestal de las que había antes ha sido eliminada de la flora pero en la actualidad su abundancia relativa no es un reflejo de las condiciones primitivas. Los bosques talados reconstituyen muy lentamente la estructura y composición del clímax. Un esfuerzo que aquí se ha hecho por reconstruir el cuadro representativo de los bosques precolombinos está basado en gran parte en deducciones concebidas siguiendo el modelo del trabajo ecológico realizado por Beard en los bosques de las Antillas Menores (2), estrechamente afines de los bosques puertorriqueños, así como también en la obra de Gleason y Cook sobre Puerto Rico (18), de los informes meteorológicos locales y de las observaciones derivadas de los bosques aún restantes en Puerto Rico.

La búsqueda de reliquias de bosque climácico en Puerto Rico con fines de estudio es en gran parte, pero no enteramente, un asunto de investigación sobre el terreno. La eliminación de rodales donde es obvio que hubo alteraciones limita grandemente la búsqueda pero allí donde no existen evidencias de perturbaciones, los trabajos de campo necesitan el apoyo de datos históricos en lo relacionado a las cortas forestales y a la conservación del bosque. El período histórico más importante que nos concierne es aquel anterior al 1900, ya que los registros sobre crecimiento de los árboles (40) indican que los resultados de la alteración material en un bosque serían evidentes aún. Por lo tanto, se recopiló la evidencia histórica sobre la destrucción y conservación de la vegetación primitiva de Puerto Rico con anterioridad a 1900. Se tomó especial interés en localizar información relativa a las Montañas de Luquillo que es la parte boscosa más extensa de la isla que aún está cubierta de bosque espontáneo. Los datos son muy incompletos y en su mayoría en forma de referencias breves en manuscritos donde se trataba primordialmente de otras materias. Agradecemos la ayuda prestada por Rafael W. Ramírez de Arellano, profesor del Departamento de Historia de la Universidad de Puerto Rico, en la localización de los documentos antiguos. El extinto Armando Morales, antiguo Jefe de la Sección de Terrenos Públicos del Departamento del Interior Insular puso a nuestra disposición los archivos del departamento relacionados con los antiguos bosques públicos. En este trabajo se han usado libremente las cartas e informes hallados en esos archivos sin referencia directa a la fuente. Carmen García-Piquera, de la Estación de Experimentación Forestal Tropical, ayudó en la interpretación de algunos de ellos.

La Vegetación Primitiva

La vegetación se estableció en Puerto Rico durante el período Cretácico (18) hace más de un millón de años. El volcanismo durante ese período no era lo suficientemente acentuado para interferir con la invasión de las plantas y aunque probablemente había alguna actividad volcánica menor durante la Epoca Terciaria subsiguiente, en ninguna ocasión desde entonces ha estado sumergida toda la isla.

Todo hace pensar que el bosque era la vegetación dominante en toda la isla en la época en que llegó Colón, con la posible excepción de algunos pantanos pequeños. El bosque es la formación vegetativa climácica que se ha originado en otros sitios de climas y suelos semejantes a los de Puerto Rico. En los informes de los exploradores antiguos: Chanca en 1493, Melgarejo en 1582, el "Earl of Cumberland" en 1597 y Abbad en 1788 (1, 15, 23) se describe la isla como enteramente cubierta de bosque. Salvo una o dos excepciones, los pájaros terrestres nativos son todos de habitación forestal (25).

Los bosques precolombinos de Puerto Rico eran exuberantes. En 1500 Oviedo llega a la conclusión de que los bosques de Puerto Rico no eran distintos a los de Hispaniola (25) (los cuales son aún muy densos). El estudio de los rodales actuales menos alterados de Puerto Rico indica que para la época del descubrimiento los bosques contenían por lo menos 7,000,000,000 de pies cúbicos de madera. Abbad en 1788 (1) mencionó la gran variedad y superioridad de los árboles de la altura pero también expuso que en la parte más árida del sur crecían también muchos árboles valiosos. El número total de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas ha sido calculado en 3,355 (35), entre los cuales habían 500 árboles nativos pertenecientes a 70 familias diferentes.

A lo largo de las costas azotadas por los vientos

crecía un arbolado achaparrado, la mayoría de cuyos árboles eran bajos y de mala forma debido a la exposición. En laderas secas y rocosas cara a la costa sur el arbolado litoral asumía la forma de maleza de cactos. Sin embargo, en los sitios resguardados, particularmente en la costa norte, crecían árboles de maderas buenas como maría (**Calophyllum antillanum** (Jacq.) Britton), ausubo (**Manilkara nitida** (Sessé & Moc.) Dubard), roble (**Tabebuia pallida** Miers) y tortugo amarillo (**Mastichodendron foetidissimum** (Jacq.) Cron.). Una de las especies más prominentes era la uva de playa (**Coccoloba uvifera L.**).

En las bahías, lagunas y estuarios resguardados se desarrollaron densos manglares cuyos árboles llegaron a adquirir posiblemente hasta 60 pies de altura. De las 4 especies presentes, dos producían madera de valor: mangle colorado. (**Rhizophora mangle L.**) y mangle botoncillo (**Conocarpus erecta** L.)

En la planicie costanera y en las faldas de laderas hasta una elevación de 500 pies y en las montañas occidentales hasta un poco más arriba crecía un bosque xerofítico, en su mayoría de árboles perennifolios, pero con algunas especies tropófilas, particularmente en la costa sur. Era muy denso y en la costa norte la altura de los árboles llegaba posiblemente a 80 pies. En las colinas calizas de la costa norte y en la costa sur los bosques eran más bajos, de 40 a 60 pies de altura. Este bosque constaba de dos estratos arbóreos, cada cual con sus especies típicas. El estrato inferior constituía en sí un bosque dentro de otro bosque y su existencia dependía de la protección que le ofrecía el estrato superior. La vegetación variaba según la localidad y había allí presentes por lo menos unas 200 especies arbóreas. En casi toda esta zona crecían árboles de maderas buenas, incluyendo ausubo (**Manilkara nitida** (Sessé & Moc) Dubard), maría (**Calophyllum antillanum** (Jacq.) Brittou), algarrobo (**Hymenaea courbaril** L.), maricao (**Byrsonima spicata** (Cav. DC.), roble (**Tabebuia pallida** Miers), jácana (**Lucuma multiflora** A. DC.), tortugo amarillo (**Mastichodendron foetidissimum** Jacq.) Crou.), moralón (**Coccoloba grandifolia** Jacq.), higuerillo (**Vitex divaricata** Sw.), tabloncillo (**Mastichodendron portoricensis** (Urban) Cron.), capá blanco (**Petitia domingesis** Jacq.), capá prieto (**Cordia alliodora** (R & P.) Cham.), guaraguao (**Guarea trichilioides** L.), cedro (**Cedrela odorata** L.), péndula (**Citharexylum fruticosum** L.), úcar (**Bucida buceras** L.), guayacán (**Guaiacum officinale** L.), meca (**Andira jamaicensis** (W. Wright) Urban), ruega (**Montezuma speciosissima** (Sessé & Moc. Dubard), cedro macho (**Hyeronima clusioides** (Tul.) Muell.), aceitillo (**Zanthoxylum flavum** Vahl.), cóbana negra (**Stahlia monosperma** (Tul.) Urban), y masa (**Tetragastris balsamifera** (Sw.) Kuntze).

Contrario a las demás Antillas Mayores, en los bosques costaneros de Puerto Rico no había caoba (**Swietenia mahogani** Jacq.). Se dice a menudo que esta especie es nativa de Puerto Rico pero que los rodales fueron destruídos hace tiempo. Sin embargo es extremadamente dudoso que la caoba haya podido ser exterminada, si vemos que los brinzales y el diseminado son muy abundantes bajo las plantaciones recientemente establecidas en la isla. Ni aún siquiera ha desaparecido el aceitillo (**Zanthoxylum flavum** Vahl.) que es más valiosa y menos agresiva. La creencia de que la caoba es nativa puede haberse originado por una confusión al interpretar los documentos históricos debido a la semejanza de la palabra "caóbana" de los indios que significa "madera roja" (que antes se usaba localmente para designar al cedro español) y la palabra "caoba" (?), de origen indio también. Puede haberse originado también por el hecho de que antiguamente se usaba caoba importada. Los fabricantes locales de muebles no tratan de disipar la impresión de que es una madera nativa.

A elevaciones entre 500 y 2,000 pies en las montañas del este y hasta 3,000 pies en las montañas centrales, aunque un poco más arriba en la vertiente sur que en la vertiente norte, existía el bosque más espléndido de Puerto Rico, un bosque pluvial denso cuyos árboles alcanzaban hasta 100 y 110 pies de altura. Los árboles más grandes alcanzaban hasta 8 pies de diámetro y había probablemente unas 170 especies diferentes. Tres bosques de diversa composición crecieron juntos aquí, sus árboles entremezclándose para formar tres estratos o pisos diferentes a diferente nivel del suelo. Con excepción de algunas variaciones locales los mejores árboles presentes incluían: tabonuco (**Dacryodes excelsa** Vahl.), motillo (**Sloanea berteriana** Choisy), jácana (**Lucuma multiflora** A. DC.), guaraguao (**Guarea trichilioides** L.), cedro (**Cedrela odorata L.**), ausubo (**Manilkara nitida** (Sessé & Moc. (Dubard), moca (**Andira jamaicensis** (W. Wright) Urban), maricao (**Byrsonima spicata** (Cav.) DC.), capá prieto (**Cordia alliodora** (R. & P.) Cham.), nuez moscada (**Ocotea moschata** (Pavon) Mez.), granadillo (**Buchenavia capitata** (Vahl.) Eichl.) y masa (**Tetragastris balsamifera** (Sw.) Kuntze).

Más arriba del bosque pluvial hasta cerca de las cumbres de los picos había un bosque montano abierto comparativamente, de árboles de 60 pies de altura, constituído por 60 especies arbóreas diferentes. En comparación con el anterior había presentes pocas maderas buenas, entre ellas laurel sabino (**Magnolia splendens** Urban), jaguilla Magnolia portoricensis Bello), caimitillo (Micropholis chrysophyllioides Pierre), caimitillo verde (**Micropholis garcinifolia** Pierre), nemocá (**Ocotea spathulata** Mez.), camasey jusillo (**Calycogonium squamulosum** Cogn.) y guayabota

(**Eugenia stahlii** (Liaersk.) Krug & Urban). La palma de sierra (**Euterpe globosa** Gaertn.) predominaba en los suelos inestables de esta región. En el bosque montano de las montañas occidentales crecía la única gimnosperma arborescente nativa, la caoba del país (**Podocarpus coriaceus** Rich.)

En los picos venteados, más arriba de los 2,500 pies de elevación, crecía un bosque enano de árboles de sólo 20 pies o menos de altura, de unas 20 especies diferentes. Había allí poca o ninguna madera de valor comercial.

Destrucción Forestal

La corta de la masa boscosa de Puerto Rico aportó madera y espacio para cultivar. La corta hecha exclusivamente para proporcionar madera no implicaba desforestación ya que sólo se cortaban los pocos árboles que mejor satisfacían las necesidades del hombre y se dejaba para proteger el suelo suficiente cantidad de árboles de menor valor. Aún las tumbas para obtener leña y carbón, aunque eliminaban todos los árboles dejaban tras sí arbolitos y tocones que se dejaban brotar, de manera que la cubierta forestal reaparecía al cabo de pocos años. Por el contrario, el desmonte total para efectuar la roturación destruía todos los árboles, inclusive semillas y raíces. En los sitios donde las tierras totalmente taladas han sido luego abandonadas, la sucesión ecológica de vuelta hacia el bosque ha tenido que empezar en un ambiente adverso y los bosques que así se han originado todavía contienen menor número de especies forestales distintas, que aquellos que nunca han sido desmontados.

Uso de la Madera

Los bosques precolombinos de Puerto Rico eran vitales para el indio. Ellos le proveían albergue (bardas, maderos, bejucos y yaguas de palmas), alimentos importantes (frutas), parte de sus armas y utensilios, medios de transportación (canoas), medicinas (hojas, cortezas, raíces), tintes, fibras (palmas), sogas (cortezas), vasijas para uso doméstico (higuera) y leña. Sin embargo, aún asumiendo que la población india hubiese sido tanto como 100,000 (los cálculos autorizados (7, 19) son de sólo 30,000 a 60,000), la utilización forestal de éstos siempre hubiera sido de menor importancia ecológica. Si la mayoría de los indios vivía en la costa, como se cree generalmente (1, 11, 16, 25), es muy improbable que influyeran mucho en aquellas partes de la isla donde la vegetación hoy día muestra aparentemente menos señales de alteración.

La utilización forestal aumentó con la llegada de los europeos. Los usos a que se han dedicado los productos forestales desde esa fecha incluyen: construcciones navieras, edificios mejor diseñados, muebles, yugos, cercas, pilotes, traviesas, cajas de cigarros, lápices, decorados, resinas para reparar los barcos y para incienso, partes de maquinarias, puentes, cajas, bastones y estacas para secar tabaco y para tutorar cultivos. Ya para 1647 unas 800 a 900 toneladas de madera habían sido empleadas en construcciones navieras (39).

El ritmo de corta en los bosques de Puerto Rico con anterioridad al 1900 estaba determinado por el comercio. Aunque las estadísticas a mano puede que no sean confiables en lo que respecta al volumen total de las exportaciones iniciales, pues aparentemente no incluyen los envíos a la Corona ni reflejan en forma alguna lo que parece haber sido un gran comercio clandestino, se sabe que durante el siglo 17 las restricciones mercantiles impuestas por los españoles virtalmente aislaron a Puerto Rico del resto del mundo. Sólo podían entrar a puerto las embarcaciones españolas y durante un período de 11 años no llegó a la isla embarcación de ninguna clase (38). Sin embargo, se hizo de conocimiento general la presencia de maderas valiosas en los bosques de Puerto Rico y se encontraban en las primeras exportaciones. El valor de las maderas de construcción naval de Puerto Rico era tal que hubo un tiempo en que el gobierno prohibió su venta a potencias extranjeras, reservándolas específicamente para uso naval de la Corona (37). En 1765 entre las maderas exportadas de San Germán, Ponce, Coamo y Guayama estaban mora (**Chlorophora tinctoria** (L.) Guard) por valor de $12,900, guayacán (**Guaiacum officinale** L.) por valor de $5,500 y úcar (**Bucida buceras** L.) por valor de $400 (27). En 1778 entre los productos de exportación de la isla aparecía la goma del almácigo (**Bursera simaruba** (L.) Sarg.) (26). Sin embargo, el volumen de esas exportaciones primitivas era pequeño, pues aún en fecha tan posterior como 1803, la exportación de todos los productos de la isla ascendía solamente a $57,500 (23).

Después de concederse la "Cédula de Gracia" de 1815 que abría a Puerto Rico al comercio mundial, aumentó inmediatamente el mercado y ya para 1830 éste ascendía a $5,600,000 (24), incluyendo exportaciones de madera por valor de $21,000 (16). Se encontraron registradas las exportaciones de 1837, 1838, 1840-1862, 1864, 1867-1891 y 1895 (21, 32). Durante este largo período se exportaron los siguientes productos forestales:

Maderas preciosas
- Aceitillo (**Zanthoxylum flavum** Vahl)
- Cedro (**Cedrela odorata** L.)
- Nuez moscada (**Ocotea moschata** (Pavon) Mez)

Maderas de construcción
- Capá (**Petitia domingensis** (Jacq.)
- Algarrobo (**Hymenaea courbaril** L.)

Ausubo (**Manilkara nitida** (Sessé & Moc.) Dubard)

Cóbana (**Stahlia monosperma** (Tul. Urban)

Guayacán (**Guaiacum officinale** L.) (4,081 toneladas)

Caña fístula (**Cassia fistula L.**)

Maderas tintóreas

Mora (**Chlorophora tinctoria** (L.) Gaud.)

Postes (mixtas)

Leña (Mixtas)

Tabla de palmas (**Roystonea borinquena** Cook)

Carbón (mixtas)

Resina de guayaco (**Guaiacum officinale** L.)

Resina de tabonuco (**Dacryodes excelsa** Vahl.)

Aros de barriles, de pomarrosa (**Eugenia jambos** L.) (138,000 kg.)

Sogas de majagua (**Pariti tiliaceum** (L.) St. Hill) (2,795 docenas)

Las unidades de mensura no eran siempre comparables, de manera que es imposible sumar los volúmenes, con excepción de los pocos productos más arriba enumerados. Durante este período no hay ninguna tendencia definida. Hasta 1885 (registros de 45 años) el valor total (único índice de su volumen) de las exportaciones madereras fné de cerca de $1,690,000 o sea nn promedio anual de $37,600. Los productos madereros pnertorriqneños iban a España, Estados Unidos, Alemania, Francia, Inglaterra, Italia, Canadá, Islas Vírgenes, Cuba, Guadalupe, Barbada y Santo Domingo (32).

A principios del siglo 19 aparecen indicios de una creciente escasez de maderas de bnena calidad. Desde 1829 (24), Puerto Rico aparece importando madera (posiblemente pino) de los Estados Unidos. En 1828 Flinter (17) se refiere a desperdiciantes prácticas de corta y utilización incompleta como causantes de la escasez de madera que había en la costa pero expuso que la madera buena aún abundaba en el interior de la isla. En 1834 se aprobó una circular prohibiendo la exportación de maderas fuertes que sirvieran para hacer embarcaciones y para construcciones, por necesitarse en la isla (36). Las estadísticas mercantiles presentadas anteriormente indican sin embargo, que esta circular o fué anulada o no fué puesta en vigor. La importación de muebles comenzó allá por el 1835 (13). En 1871 las importaciones de madera ascendían a más de $900,000 (21).

Con anterioridad al 1900 las áreas costaneras proveían la mayoría de los productos forestales de Puerto Rico. La accesibilidad de los bosqnes de la costa era un factor importante debido al peso y tamaño de la madera. La Carretera Central no se terminó hasta 1886 (39). Los productos forestales ennmerados entre las exportaciones durante el siglo 19 eran casi todos de especies forestales de la planicie costanera o de las faldas de las montañas. En 1877 describían los manglares como muy nsados para construcciones navales, botes de pesca y construcción de casas. La corteza de mangle se usaba como fuente de tanino por lo menos para 1888. A fines del siglo la madera de ausubo (**Manilkara nitida** (Sessé & Moc.) Dubard), aceitillo (**Zanthoxylum flavum** Vahl). y guayacán (**Guaiacum officinale** L.) había desaparecido virtualmente.

La corta de madera en los montañas de Luquillo empezó más tarde que en los demás sitios de la isla. Ese área estuvo bajo el dominio de indios hostiles, por lo menos hasta 1582 (23). En los primeros cuatro siglos después del descubrimiento hubo alguna actividad en minería pero las operaciones estaban confinadas en su mayoría a depósitos aluviales en las márgenes de los ríos, lo cual no daba lugar a ningún poblado permanente y probablemente eran pocos los árboles que se cortaban. En la segunda mitad del siglo 19 se otorgaron numerosas concesiones de terreno específicamente para la corta de árboles, pero según las descripciones para 1875 quedaban aún 24,000 acres densamente pobladas de árboles en esas montañas. El gobierno planeó cortas en gran escala en las tierras de la Corona durante el período 1878-88 pero no se encontró constatación alguna de que éstos se llevaran a cabo. Aún existen indicios antiguos de arrastaderos en todas las áreas más aseqnibles bajo el contorno de los 2,000 pies. Las trozas eran arrastradas por bueyes y exportadas por el puerto de Luquillo (Embarcadero). En 1899, Hill (20) calculó que restaban en esas montañas 8 millas cuadradas de bosque virgen. Sin embargo un informe posterior (5) indicaba enfáticamente que un área mayor, posiblemente unas 20,000 acres, era virgen todavía para entonces.

El consumo de madera en Puerto Rico desde la primera colonización del hombre blanco en 1508 hasta 1900 aumentó probablemente en la misma proporción en que aumentaba la población. Asumiendo el consumo per capita en 20 pies cúbicos anuales, cifra calculada en 1923 (41), el consumo total de madera en Puerto Rico desde 1508 hasta 1900, basado en los datos poblacionales del pasado (6, 12, 31), sería de alrededor de 1,200,000,000 de pies cúbicos. Esta cifra es alta debido a que el consumo promedio per capita durante los primeros años fué sin lugar a dudas menor que el de 1923. Además, las importaciones de maderas, que a fines del siglo diecinueve aparentemente excedían el volumen de las exportaciones de los primeros años, proveían parte de la madera que se consumió durante ese período. Probablemente la realidad fué que no se consumió más de un billón de pies cúbicos de madera. Este consumo equivale sola-

mente a menos del 15 por ciento de las existencias calculadas al comenzar el período. El volumen total de las existencias de madera de la isla en 1899 se calculó en no más de un billón de pies cúbicos (excluyendo los árboles de sombra de café), basado en medidas de rodales que habían sido aprovechados. Por lo tanto al consumo de madera sólo puede atribuírsele una pequeña parte del descenso en volumen que tuvo lugar en ese período.

Despoblación Forestal

La despoblación forestal efectuada por los indios en épocas precolombinas se cree generalmente que afectó sólo una pequeña superficie de Puerto Rico y tuvo lugar principalmente a lo largo de la planicie costanera. Había pequeños rasos alrededor de cada aldea, pero casi todos los claros efectuados por los indios eran con propósitos agrícolas, su ocupación principal. No tenían animales que necesitasen pastos. Su sistema agrícola antes conocido como "kamiku" y hoy como "conuco" o agricultura nómada reconocía el valor del bosque como edificante del suelo y reflejaba la gran cantidad de superficie que había per capita. Esta es aún una práctica común en algunas partes de la isla. El sistema consistía en la corta y quema en un predio pequeño donde se cultivaba por 2 ó 3 años hasta el agotamiento o el deslave de la mayor parte de su materia orgánica y nutrimentos vegetales, luego abandonando éste y repitiendo el proceso en predios cercanos. Haas (19) no consideró improbable que la mayor parte de la isla hubiere sido aclarada una y otra vez mediante este proceso. Pero eso parece bien dudoso, aunque sólo hubiese para aducir en su contra la naturaleza relativamente imperturbada de los bosques, según patente en los informes antiguos. El clima húmedo probablemente evitó que hubiese grandes fuegos forestales. Gleason y Cook (18), hacen eco de la creencia general al exponer que la deforestación empezó en épocas pre-colombinas al limpiar los aborígenes predios pequeños para sembrar, pero debido a lo escasa que era la población fué poco el cambio sufrido por la vegetación.

Las talas se esparcieron por toda la isla desde la llegada de los colonizadores europeos, cuya ocupación principal ha sido también la agricultura. La historia del crecimiento poblacional, la concesión de baldíos por la Corona y el uso de la tierra agrícola indican el ritmo, época y naturaleza de las talas o desmontes. La baja población de la isla en los siglos 16 y 17 imposibilitó el rápido esparcimiento de la agricultura. O'Reilly (26) en 1765 mencionó que la falta de brazos impedía el progreso en la tala del bosque y el cultivo de la tierra. Para esa fecha la población, calculada en unos 45,000 podía compararse a la que existía probablemente en la época del arribo de Colón. Con virtualmente ningún comercio de exportación con anterioridad a 1800 sólo se cultivó el área necesaria para la alimentación de los habitantes. Se ha calculado que para 1800 la población era de 155,000 (13). En la primera década del siglo 19 escribe Robin, "La isla de Puerto Rico está aún poco habitada.... La habitación humana aislada y dispersa por la isla, carece de medios de comunicación entre sí. . . (lo que se necesita es) tumbar los árboles grandes y vigorosos." (25). Para 1899 la población llegaba a 953,000 (31).

La concesión de terrenos por la Corona empezó con la "Ley Primera" promulgada por Fernando V en 1513, otorgando a los colonizadores predios de cerca de 170 acres mediante cumplimiento de ciertos requisitos en cuanto a residencia y cultivo (25). Para 1759 había 5,000 fincas. Después de muchos años de confusión debido a que se perdieron muchos documentos al quemar los holandeses a San Juan en 1625, un decreto real del rey Carlos III del 14 de enero de 1778 otorgó la propiedad de las tierras a sus ocupantes y autorizó al Gobernador General a vender tierras de la Corona a razón de real y cuarto por cuerda de tierra laborable y tres cuartos de real por cuerda de tierra de apacentamiento (2). En esa época se nombró una junta bajo el Gobernador General para distribuir todas las tierras públicas aún sin ocupar por medio de concesiones de 200 cuerdas[1] para cada solicitante (29). Estas concesiones imponían la condición de que había que cultivar el 19 por ciento del área en término de un año, el 25 por ciento al cabo de 4 años y el 100 por ciento después de 10 años. Esta política no fué particularmente efectiva en la distribución de tierras y muchas parcelas fueron revertidas por falta de cumplimiento del requisito.

Con la restauración de Fernando VII al trono de España después de las Guerras Napoleónicas se hicieron más esfuerzos por desarrollar la agricultura de Puerto Rico. En 1818 fué abolida la junta establecida en 1778 y se creó una nueva, la "Junta Superior de Composición y Venta de Terrenos Realengos". Esta junta también estaba autorizada a ceder terrenos o a vendérselos a los ocupantes de concesiones anteriores que no habían cumplido con las condiciones impuestas. La "Junta Superior" estuvo activa hasta 1876 cuando se decretó que los terrenos de la Corona podían adjudicarse sólo mediante subasta pública al mejor postor, política que quedó en efecto hasta la terminación de la dominación española en 1898.

El período más activo de concesiones de tierras

1. Una cuerda equivale a 0.97 de un acre o 0.39 de una hectárea.

por la Corona fné aparentemente entre 1820 y 1850. En 1828 el cuarenticuatro por ciento de la isla o sea cerca de 1,000,000 de acres pertenecían a la Corona (17). En 1899 quedaban sólo cerca de 132,000 acres o sea que el 6 por ciento de la isla era propiedad de la Corona (30). Entre 1850 y 1876 la junta concedió sólo 147,000 acres y muchas de estas concesiones eran inasequibles; lo cual indica que casi toda la isla había sido concedida previamente. Al terminar la dominación española en 1898 las tierras que poseía la Corona incluían áreas forestadas en las Montañas de Luquillo, en las cercanías de Maricao y Guánica, en los manglares y en la isla de Mona.

La mayoría de las primeras talas se efectuaron para dedicar el terreno al pastoreo. En el siglo 18 el rey creó la "Granja de Toa" una institución que importaba animales domésticos, plantas alimenticias y frutas (24). Para 1571 había muchos apacentadores (22) y para 1778 la isla estaba bien provista de ganado vacuno (26). En 1828 había 634,000 acres dedicados a pastos (17) y en 1899 había 1,200,000 acres (31) o sea cerca del 55 por ciento de la isla (30).

Con anterioridad al 1900 los cultivos en pleno campo no utilizaban tantos terrenos como el pastoreo, pero requerían la tala de las laderas más pendientes. Con la introducción del café en 1736 (8) empezó un cultivo que estaba destiuado a adentrarse bien en el interior montañoso de la isla, para aquel entonces densamente forestado. La producción de café aumentó rápidamente después de 1755 (11) y pronto se tornó en un renglón importante de exportación. En 1828 el área total bajo cultivo era de 117,000 acres (17), de las cuales 17,000 eran de café. Una carta del Gobernador General dirigida al Ministro Español de Ultramar en 1879 describía los bosques de la isla en un estado tan lastimoso, particularmente en las regiones del sur, que el agua de riego escaseaba, el suelo se estaba erosionando y el clima había cambiado notablemente. Los bosques eran tumbados y quemados para dedicarlos a cultivos agrícolas, usando prácticas atrasadas e improductivas sin tomar en consideración los efectos que ésto pudiera tener sobre el suelo.

En la región de las Montañas de Luquillo la tala comenzó temprano pero aparentemente no ascendió a la altura hasta pasados muchos años. Cristóbal de Guzmán estableció una finca cerca del río "Loquillo" (hoy Mameyes) en 1509 (4, 9). Esta finca fué destruída por los indios Caribes en 1530 (10). Abbad (1) se refiere a Sebastián Alonso Niebla como posesor de una finca en las "Montañas de Loquillo" a principios del siglo 16. En 1582 Melgarejo (23) expuso que los valles de los ríos Fajardo, Sabana, Espíritu Santo y Grande fueron abandonados porque los Caribes vivían en las Montañas de Luquillo. En esa fecha una familia persistía viviendo en el Valle de Mameyes pero su casa fué quemada dos o tres veces.

Parece que no hubo concesiones de tierras en las Montañas de Luquillo a individuos particulares hasta 1776, con la posible excepción de las pocas fincas dispersas descritas anteriormente, todas las cuales estaban localizadas probablemente en las faldas de las colinas más bajas. En ese año, como retribución por servicios militares Carlos III otorgó 4 "leguas" de terreno en Puerro Rico al duque de Crillón (Luis des Balbes de Berton de Quiers) (33). Esto equivalía evidentemente a más de 20,000 acres. La mayor parte de esta concesión estaba situada en las Montañas de Luquillo, que constituía la porción mayor aún sin ocupar para ese tiempo. En 1792 el duque tomó posesión de 8,700 cuerdas, de las cuales 4,400 estaban en el municipio de Naguabo, 2,800 en Fajardo y 1,500 en Luquillo. En 1830 se le cedió el resto, incluyendo 2,000 cuerdas en el municipio de Loíza (8), un área grande en el municipio de Río Grande y áreas adicionales en las montañas occidentales cerca de Lares. Hoy día no se conocen ni los linderos ni las áreas exactas cedidas al duque en las Montañas de Luquillo pero la parte alta de las Montañas debe haber sido incluída. Indicios actuales dentro del área son los nombres dados a ciertos sitios como "Pico Duque", "Colina Duque", "Barrio Duque" y "Sitio Duque".

La concesión hecha al Duque imponía la condición de que debía cultivarse el terreno en término de 4 años, requisito que no fué satisfecho. El propio duque nunca visitó la isla y sus herederos no tuvieron un representante local hasta 1829. Ni el duque ni sus herederos hicieron nunca nada con el grueso de esta propiedad y después de una larga encuesta legal entre los herederos y las autoridades de Puerto Rico, en 1859 Isabel II envió a la isla al Conde Manfredo Bertone de Sambuy y ordenó a los funcionarios locales que le dieran posesión de la propiedad. Aparentemente ésto nunca se hizo en las Montañas de Luquillo (33). Las áreas más accesibles de lo que aparentemente había sido la concesión del Duque fueron subsiguientemente otorgadas por la "Junta Superior".

El duque cedió al Conde Bernardo de Galvez una parte de su concesión comprendiendo 2,430 acres y situada en el Barrio Río Blanco de Naguabo. Este predio lo heredó la hija del Conde, Matilde de Galvez, Marquesa de Sonora. Esta a su vez lo legó en 1839 a su hija la Condesa Clotilde Capece Minutolo y Galvez quien sostenía que el área había sido deslindada en 1830 y 1831 pero en 1885 ella aún no había presentado pruebas de los límites. La condesa percibió rentas de varias personas que vivían en el área hasta las postrimerías del siglo 19 pero el tipo de utiliza-

ción a que se dedicaba la tierra no se conoce. Este predio puede que se extendiera hacia el oeste a lo largo de las laderas del Sur hasta un predio conocido bajo el nombre de "La Condesa" en el borde occidental de la cadena de montañas.

En 1923 hubo una reclamación por toda la mitad occidental de las Montañas de Luquillo, basándose en una alegada concesión, la "Plantación de San Luis de Canóvanas" hecha en 1703 a Francisco de los Reyes Correa, un capitán de la Armada española, quien defendió a Arecibo contra los ingleses en 1702. Los herederos nunca encontraron evidencia para probar su alegación de que habían estado en posesión de este área hasta 1896 y de que habían cortado madera allí hasta 1912.

La inaccesibilidad y la mala calidad del suelo para fines agrícola retardó hasta después de 1850 la concesión de la mayoría de los terrenos de Luquillo más arriba de los 500 pies de elevación. Un área de unas 10,000 acres en el centro de las montañas quedó en posesión de la Corona y continuó forestada hasta el Tratado de París en 1898. Las fincas más altas producían café y frutos menores, pero en su conjunto contenían por lo menos unas 10,000 acres más que no habían sido desforestadas para fines del siglo (5).

Para 1900 más de tres cuartas partes de la superficie de Puerto Rico había sido desforestada. Cerca de 1,700,000 acres, o sea el 78 por ciento de la isla estaba comprendida en fincas. De esas, unas 463,000 estaban bajo cultivo, incluyendo 191,000 acres de cafetales (31). Por deducción puede concluirse que por lo menos el veinte por ciento de la isla o sea un área de unas 450,000 acres estaba cubierta de bosques y maleza. El cultivo agrícola se había extendido más rápidamente que el sistema de carreteras aptas para el transporte de madera, de manera que del 70 al 80 por ciento del bosque primitivo había sido tumbado y quemado cuando aún era económicamente inasequible a ningún mercado.

Conservación Forestal

La documentación sobre los esfuerzos hechos por conservar los bosques de Puerto Rico con anterioridad al 1900 se concreta casi enteramente a una lista de leyes. La legislación sobre conservación apareció temprano en la historia de Puerto Rico pero existe poca evidencia de sus resultados. La creciente necesidad de conservación forestal fué obscurecida por muchos años por el fácil abastecimiento de productos forestales provenientes del extranjero. Finalmente se hizo patente cuando los bosques se alejaron tanto que escasearon localmente los espeques y la leña y los ríos causaban desastrosas inundaciones en la época lluviosa o desaparecían por completo durante la sequía.

En la "ley primera" de 1513, Fernando V ofreció terrenos a la gente, una parte de los cuales debía plantarse de árboles (28). En 1536 Carlos I ordenó a los colonizadores a quienes se les habían repartido los terrenos, que tomasen posesión de los mismos en un período de 3 meses y plantasen árboles a lo largo sus linderos, de manera que fuera posible usar la madera (28).

Las primeras muestras de interés en Puerto Rico en lo relacionado a conservación forestal fué la circular Núm. 493 del gobierno que apareció en 1824 presentando la recomendación de Miguel de la Torre que se dejaran fajas arboladas a lo largo y en las cabeceras de los ríos (36).

El 29 de agosto de 1839, Isabel II ordenó el establecimiento en Puerto Rico de una junta para proteger los bosques, peces y vida silvestre (37). El 20 de septiembre de 1843 esta junta aprobó las siguientes disposiciones:

1. Todo vecino en las tierras de su propiedad podrá cortar madera para satisfacer sus necesidades particulares.
2. Se permitirá el embarque de maderas para dominios extranjeros mediante contribución de un derecho impuesto sobre las maderas.
3. Se prohibe absolutamente la extracción para puntos extranjeros de maderas a propósito para construcción naval.
4. La operación de corta en las tierras sólo aptas para bosques se verificará entresacando la madera que se necesite y nunca despojando un terreno determinado de todo árbol o planta robusta.
5. Se cuidará de no practicar operaciones que impidan la reproducción de lo cortado.
6. Se cuidará de propagar la replantación de lo que se corte.
7. Se procurará propagar palmas por el influjo que tienen sobre la electricidad y el alejamiento proporcionado de las tempestades a ciertas distancias.
8. No se permitirá el corte en las márgenes y cabeceras de los ríos, tanto en tierras públicas como privadas.
9. Para cortar maderas para construcción naval se requiere un permiso especial del gobierno.
10. Las maderas de reserva naval son: úcar (**Bucida buceras** L.), capá blanco (**Petitia domingesis** Jacq.), capá prieto (**Cordia alliodora** (R. & P.) Cham.), mangle botoncillo (**Conocarpus erecta** L.), mangle colorado (**Rhizophora mangle** L.), maría (**Calophyllum antillanum**

(Jacq.) Britton), ausubo (**Manilkara nitida** (Sessé & Moc.) Dubard), algarrobo (**Hymenaea courbaril** L.), cóbana (**Stahlia monosperma** (Tul.) Urb.), roble (**Tabebuia pallida** Miers.), laurel (Lauraceae), y cedro (**Cedrela odorata** L.).

En 1844 la circular Núm. 34 del gobierno de Puerto Rico requería se plantasen árboles usando fondos municipales, en los linderos de las tierras de la Corona y a lo largo de las carreteras. Se prohibía la quema de maleza en todos los terrenos. Una agencia forestal pública fué establecida. Los alcaldes debían localizar y determinar el área en los terrenos públicos comprendidos en su municipio que debía conservarse forestada (36).

Por orden real en 1850 todas las tierras concedidas por la "Junta Superior" que no habían sido cultivadas de acuerdo con los términos de la concesión debían volver a manos del gobierno. Entonces, en caso de que los usuarios no las comprasen al valor tasado, cualquier área apta sólo para bosques se separaría de las ventas y se pondría bajo la supervisión del ingeniero de montes del gobierno.

Una orden real del 1 de junio de 1853 decretaba la preparación de una ley forestal, la localización y demarcación de terrenos realengos y la recopilación de estadísticas sobre cuantía y métodos de corta. Dos ingenieros de montes vinieron de España en una encomienda de 3 años para ayudar a encauzar el proyecto (37). Una circular en 1857 hacía patente que los terrenos baldíos y bosques de la Corona se consideraban como sinónimos. Esta circular ordenaba al ingeniero de montes a deslindar, amojonar y administrar los terrenos baldíos cerca de Utuado. Una circular de 1859 prohibía la corta de los mejores árboles para usar como leña ya que debían dedicarse a su utilidad óptima (36).

Un presupuesto para la administración de bosques públicos aparece por primera vez en los documentos de 1860 (34), aunque en la legislación de 10 años antes se hace referencia a la plaza de ingeniero de montes. Esta primera partida consignada en el presupuesto fué de 2,800 pesos (cerca de $1,700), para un director técnico y un ayudante. Desde 1861 hasta 1865 se asignó anualmente la suma de 7,300 pesos y de 1866 a 1868 la asignación anual fué de 5,600 pesos. En 1870 la plaza de ingeniero de montes fué suprimida por el gobierno local como una medida de economía ya que no se consideraba necesaria la custodia de los terrenos públicos en un país donde no había bosques públicos importantes. Casi inmediatamente grandes áreas boscosas pasaron a propiedad privada, incluyendo el pico de Guilarte. En 1875 el Gobernador General firmó un decreto prohibiendo la tala y abandono de tierras tanto públicas como privadas sin previa autorización del alcalde respectivo, quien había de seguir las instrucciones del inspector forestal. En febrero de 1876 una orden real puso fin a las concesiones gratuitas y especificó que el inspector de montes debía examinar todos los terrenos públicos antes de que fueran vendidos para evitar el paso a manos privadas de la tierra que debía continuar cubierta de bosque. El diez por ciento de los ingresos de dichas ventas de terrenos y de productos forestales se usaría para la repoblación de rasos y calveros y para la mejora de los bosques existentes.

El 21 de abril de 1876 Alfonso XII firmó una ley forestal para el establecimiento y protección de reservas forestales (14). Habían de establecerse bosques donde fueren necesarios para controlar la erosión, conservar fuentes y manantiales, impedir inundaciones y como paliativo contra la acción del viento. Para cada pueblo en que fuera posible habían de acotarse tierras que constituirían bosques municipales. Estos montes habían de ser administrados localmente por los alcaldes y todos los demás por una organización regional bajo la dirección del Gobernador General. El inspector forestal que estaba a cargo de toda la isla era el que decidía, junto con el alcalde del pueblo y con un año de antelación, cuáles eran los árboles que debían cortarse en los bosques municipales y también hacía los planes necesarios para mejorar esos bosques. Las ventas de madera habían de hacerse en pública subasta. Los árboles que habían de cortarse se señalaban con la marca real. La corta ilegal había de pagarse al doble del valor en pie para la primera ofensa, triple para la segunda violación y cuádruple para la tercera. A los colonizadores que vivían cerca del bosque se les permitía el uso gratuito de la madera para su propio consumo.

Una asignación forestal específica fué restablecida por el gobierno local después de 1876 (34) para implementar la nueva ley forestal. De 1877-78 se asignaron 3,800 pesos para el personal siguiente: un inspector, dos ayudantes, un escribiente y un conserje. Había una asignación de 1,600 para desliudes, renta de oficinas, libros y equipo. El año siguiente contaba con el mismo personal pero la asignación total fué rebajada a 5,100 pesos. Los manglares, históricamente de valor para construcciones navales, fueron transferidos de la marina a la Inspección de Montes en 1877 a pesar de la oposición de la Marina. Por lo menos de 1877 a 1885 hubo en Puerto Rico una Oficina del Cuerpo Nacional de Ingenieros de Montes de España. La organización forestal puertorriqueña para esa fecha estuvo a cargo del "Negociado de Obras Públicas, Construcciones Civiles, Montes y Minas" y se hacía referencia a ella como "Inspección-

de Montes de Puerto Rico" o "Servicio de Vigilancia de Montes".

En 1879 el gobierno español aprobó una proposición de reforestación pública basada en el uso del 10 por ciento de los ingresos de las ventas de terrenos y de madera. El programa había de incluir todas las tierras públicas no aptas para el cultivo o aquellas que se necesitaban para el control de la erosión, de las inundaciones o para la fijación de las márgenes de los ríos. En los casos que fuere posible la reforestación había de hacerse por diseminación natural o por brotes de cepa. En los demás casos había de utilizarse la siembra directa y como último recurso, mediante plautación. Había una partida para viveros y recolección de semillas.

La primera zona forestal, que comprendía unas 26,000 acres en las montañas de Luquillo y en los mangles del este, ya había sido establecida para 1885 y estaba bajo la vigilancia de un guarda. La segunda zona estaba centralizada aparentemente en Utuado. Cerca de una docena de casos de transgresiones fueron informados al alcalde de Luquillo en 1885 y en muchos de ellos el gobierno logró que resultasen convictos los acusados. Desde 1877 a 1888 se hicieron planes detallados para la explotación de bosques públicos, basados en cálculos de volumen, clases de edad y turno. En estos planes se proyectaba cortar árboles en más de 17,000 acres cada año pero no se han encontrado los informes sobre estas cortas. Tan vagas eran las descripciones de los bosques públicos hechas por la Inspección de Montes en cuanto a áreas, lindes y naturaleza de las especies que ello indica que el inspector de montes no estaba bien percatado de las condiciones in situ y que los progresos logrados iban a la zaga de los planes. En esa primera zona, entre 1885 y 1888 se llevaron a cabo por lo menos 20 subastas públicas de madera en pie. Algunas de las cláusulas de los contratos de venta de madera eran esencialmente iguales a las que se usan hoy día. En algunos contratos se menciona la leña como presente en el área de corta, pero no se propone su aprovechamiento por su abundancia y carencia de valor.

Evidentemente Puerto Rico tenía una progresiva legislación forestal durante el siglo 19. Aunque en los documentos históricos no está todo claro, la extensión y condición de los recursos forestales de la isla, según descritos a fines de ese siglo, testimonian el hecho de que no eran muy efectivos los esfuerzos tendientes a la conservación forestal. Esto no es sorprendente en vista de lo exiguo del personal encargado de la vigilancia y protección de los bosques y los indicios de que el interés por los bosques tenía su raíz primordialmente en la madre patria de manera que en la colonia la conservación era algo impuesto por extraños.

Conclusiones

Este estudio nos lleva a ciertas conclusiones generales con respecto a los bosques climácicos de Puerto Rico, su destrucción y su conservación.

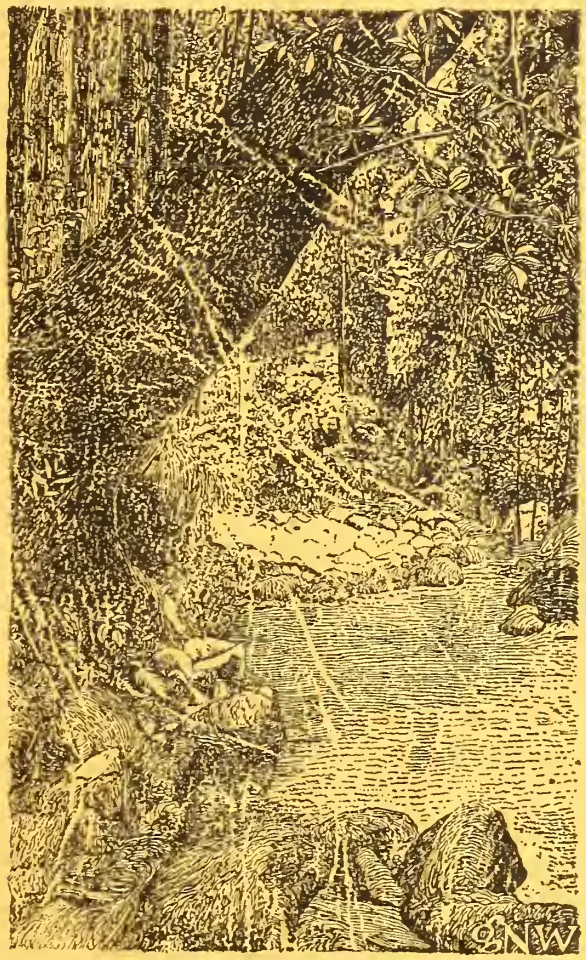
1. El clímax de vegetación en Puerto Rico era el bosque. Este bosque variaba en estructura y composición y contenía valiosas especies madereras.
2. Probablemente fué poco el efecto alterativo general de los indios sobre los bosques antes de la llegada de los europeos.
3. La tala y roturación fué mucho más importante que la utilización forestal como causa de la destrucción de los bosques. Probablemente se usó menos del 20 por ciento de la madera que se cortó antes de 1900.
4. La mayor parte de la destrucción de la vegetación climácica de Puerto Rico tuvo lugar en el siglo 19.
5. Con anterioridad al 1900 no fueron muy efectivos los esfuerzos hechos por conservar los bosques. Ni el interés por la conservación ni las autoridades forestales del gobierno lograron evitar la concesión o venta a particulares por parte del gobierno durante la segunda mitad del siglo 19 de grandes superficies de terreno que eran aptas sólo para bosques y donde se encontraban los mejores rodales madereros restantes. Cuando más, los esfuerzos hacia la conservación meramente decelleraron el ritmo de la enajenación de los terrenos por el gobierno. Para 1898 los bosques de la Corona comprendían solamente unos pocos miles de acres de rodales enmalezados, inasequibles y entresacados.
6. Puede que haya aún vegetación climácica en unas 8,500 acres, incluyendo unas 5,600 acres en las Montañas de Luquillo y áreas menores en los bosques públicos de Carite, Toro Negro, Guilarte y Maricao y en algunos picos dispersos de propiedad privada. Estas áreas son las menos asequibles de la isla. La mayoría de estos predios nunca fueron cedidos a particulares y los bosques de muchos de ellos nunca produjeron aparentemente ninguna de las maderas que en el pasado se consideraban de gran valor. La estructura y composición de estos bosques se semeja mucho a la vegetación primaria de las Antillas Menores. No hay evidencia de cortas y son comunes árboles maduros y decrépitos. Aquí están incluídos los bordes altos del bosque pluvial y partes de los bosques montano y enano.

(La literatura citada aparece al final del texto en inglés.)

UNITED STATES
ATLANTIC
OCEAN
GULF OF
MEXICO
MEXICO
BAHAMA
ISLANDS
CUBA
JAMAICA
HAITI
DOMINICAN
REPUBLIC
PUERTO
RICO
GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA
TRINIDAD
BRITISH
HONDURAS
CARIBBEAN SEA
HONDURAS
GUATEMALA
SALVADOR
NICARAGUA
COSTA
RICA
PANAMA
PACIFIC
OCEAN
VENEZUELA
BR.
GUIANA
COLOMBIA

LIBRARY
CURRENT SERIAL RECORD
☆ [illegible] ☆
U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

The Caribbean Forester



U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

VOLUME. 11. NUMBER 2

APRIL 1950

Caribbean Forester

El "Caribbean Forester", revista que el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos comenzó a publicar trimestralmente en julio de 1938 es de distribución gratuita y está dedicada a encauzar la mejor ordenación de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Ciencia Forestal y ciencias afines encarándoles con los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes y el trabajo que se viene haciendo para lograr ese objetivo técnico.

Se solicitan aportaciones de no más de 20 páginas mecanografiadas. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible incluir un resumen conciso del estudio efectuado. Los artículos deben ser dirigidos al "Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico".

Las opiniones expresadas por los autores de los artículos que aparecen en esta revista no coinciden necesariamente con las del Servicio Forestal. Se permite la reproducción de los artículos siempre que se indique su procedencia.

The "Caribbean Forester", published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch wth the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done toward this end throughout the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico.

Opinions expressed in this journal are not necessarily those of the Forest Service. Any article published may be reproduced provided that reference is made to the original source.

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Julliet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est une revue trimestrielle gratuite, dediée à encourager l'aménagement rationnel des forêts de la région caraibe. Son but est d'entretenir des relations scieutifiques entre ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et ses méthodes les plus récentes, ainsi qu'aux travaux effectués pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On accepte voluntiers des contributions ne dépassant pas 20 pages dactilographiées. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur qui voudra bien préciser son titre ou sa position professionnelle et en les accompagnant d'un résumé de l'étude. Les articles doivent être addressés au Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

La revue laisse aux auteurs la responsibilité de leurs articles. La reproduction est permise si l'on précise l'origine.

Vol. 11 – No. 2 April 1950

The Caribbean Forester

Contents

Sumario

Adiestramiento Forestal en Puerto Rico
bajo el programa del "Punto Cuarto" 58

Tenth Annual Report 59
Tropical Forest Experiment Station

Décimo Informe Anual de la Estación de
de Investigación Forestal Tropical 81
(Traducción del artículo anterior)

Adiestramiento forestal en Puerto Rico bajo el programa del "Punto Cuarto"

Bajo el programa del "Punto Cuarto" del Presidente Truman, Puerto Rico ha sido seleccionado como centro de entrenamiento técnico a individuos de naciones latinoamericanas de menor desarrollo económico y habrá de cubrir amplios campos, con la participación de casi todas las agencias del gobierno puertorriqueño, incluyendo la Universidad de Puerto Rico. También han de cooperar las agencias del gobierno federal en Puerto Rico.

Las agencias forestales de la isla han ofrecido sus servicios para el adiestramiento de latinoamericanos en la ciencia forestal. Aunque el personal técnico forestal es limitado, el entrenamiento de cierto número de estudiantes es factible. En el pasado se entrenaron seis estudiantes extranjeros. Se consideró como mínimo un período de 6 meses de entrenamiento para el caso de agrónomos graduados (o su equivalente) y 3 meses en el caso de estudiantes que ya tienen adiestramiento en materia forestal.

Puerto Rico ofrece oportunidades de estudio de la ciencia forestal tropical que quizás no sean superadas por ningún otro país en este hemisferio. Pueden estudiarse cuatro amplios aspectos de la dasonomía: administración forestal, investigación forestal, dasonomía de extensión e inter-relaciones de la dasonomía con otros usos del terreno. La administración forestal pública lleva en vigor más de 30 años en Puerto Rico. El Servicio Forestal de los EE. UU. tiene bajo su administración el Bosque Nacional Caribe y el Servicio Forestal Insular administra 11 bosques. El trabajo de administración forestal incluye: protección, ordenación, reforestación, selvicultura, ventas de madera, áreas públicas de recreo y protección de cuencas hidrográficas. La investigación forestal tiene un historial de 10 años en la Estación de Experimentación Forestal Tropical. Los proyectos de investigación incluyen estudios de propagación, plantación, crecimiento, aspectos de ecología forestal, métodos de corta y rendimientos. La ciencia forestal de extensión que hoy día lleva aquí más de diez años de desarrollo, incluye la distribución de material de viveros forestales entre los agricultores y el entrenamiento de los jóvenes de los Clubes 4-H en materia de dasonomía aplicada a la finca. Los cursos de colegio sobre la conservación de recursos naturales y sobre dasonomía aplicada a la finca serán ofrecidos en el Colegio de Agricultura de la Universidad de Puerto Rico durante el próximo año académico. Los programas activos de diferentes agencias gubernamentales en Puerto Rico tendientes a resolver los problemas de erosión, inundaciones, energía eléctrica, riego y problemas de abastecimiento de agua para consumo doméstico, todos los cuales son comunes a través de la América Latina, hacen posible el estudio del papel que representan los bosques y la dasonomía en la mejor utilización de la tierra.

Las tierras forestales de Puerto Rico están situadas a elevaciones que fluctúan desde el nivel del mar hasta 1,300 metros de elevación, la temperatura media fluctúa entre 20 y 26°C, la precipitación anual entre 0.60 y 4.50 metros y el suelo varía desde la arena gruesa hasta las arcillas pesadas. Los bosques de Puerto Rico contienen muchas de las mismas especies que se encuentran también en más de 100,000,000 de hectáreas que se ha calculado existen en las Indias Occidentales y en la vertiente Atlántica de Centro y Sur América. La escasez de madera en Puerto Rico origina un importante problema que prevalece en casi todos los centros más densamente poblados de la América Latina. Los esfuerzos hechos en Puerto Rico por resolver los problemas forestales locales proveen un patrón que pueden tomar como modelo otros países latinoamericanos.

Hay disponibles numerosas becas de adiestramiento en Puerto Rico a través del Programa del Punto Cuarto. Todos los interesados pueden asesorarse con la Embajada de los Estados Unidos en sus respectivos países.

Tenth Annual Report

Tropical Forest Experiment Station

Tropical Region

Forest Service

This report marks the end of 10 years of forest research at the Tropical Forest Experiment Station. It is a time for an appraisal of what has been accomplished. The past year has been one of the most productive because of the first fruition of several long-range projects. Fully as important as the new data, however, has been the special effort on the part of the staff to place new knowledge directly in the hands of the practitioner.

A DECADE OF PROGRESS

The establishment of a forest experiment station in Puerto Rico was under consideration by the government, and informal forest research was in progress for many years before action was taken. As early as 1912 a bill was submitted to the Insular Legislature for this purpose but failed to pass. In the early 1920's, with the beginning of the Forest Service tree propagation program for farmers, a number of studies were made concerning problems of seeds and nursery practice. The McSweeney-McNary Act of 1928 authorized the establishment of a Federal forest experiment station "in the tropical possessions of the United States in the West Indies", but no appropriation was made at that time. In 1938 the Southern Forest Experiment Station and the administrative forestry agencies of the island made available a small allotment with which a research staff was employed under the technical direction of the Southern Station. Finally, in fiscal year 1939-40 a direct appropriation was made and the Tropical Station was formally established.

The charter of the Station outlined its responsibilities about as follows:

1. Conduct forest research in Puerto Rico in the following fields:

   (a) Forest management
      (1) Seed studies
      (2) Nursery studies
      (3) Planting
      (4) Growth
      (5) Yield

   (b) Forest economics
      (1) The economic role of forests in Puerto Rico

   (c) Forest products
      (1) Timber testing
      (2) Seasoning
      (3) Durability
      (4) Preservative treatment
      (5) Wood identification

   (d) Forest influences
      (1) Forest vs. other crops in erosion and flood control

   (e) Forest botany
      (1) Tree identification
      (2) Succession
      (3) Soil restoration
      (4) Species-site relationships

2. Serve as an international center for tropical forestry research.

   (a) Afford research facilities for visiting foresters.

   (b) Furnish technical advice and assistance to other countries.

   (c) Train students and scientists for other countries.

   (d) Function as a clearinghouse for tropical forestry information.

   (e) Determine regional forestry problems by international travel.

3. Serve as a center for forestry education.
   (a) Prepare teaching materials.
   (b) Work closely with the Agricultural Extension Service.
   (c) Give short courses for extension workers and teachers.
   (d) Encourage graduate students to take advanced forestry training.
   (e) Aid in the establishment of botanical gardens and arboreta.
   (f) Provide a training center for wood crafts.

The accomplishments of the Station to date, presented in accordance with the scheme just outlined, are here briefly described. They include the accumulation of basic information and materials with which to conduct research, the beginnings of long-term investigations, the completion of short-term research projects, and related international and educational work. The facilities of the Station, which are basic to all work, are a concrete building with an equipped laboratory and a tropical forestry library of more than 5,000 titles. The library currently receives 72 periodicals. The Station has exclusive use of three experimental forests totaling 619 acres, and has access to an additional 76,000 acres of public forest lands with a range from 0 to 4,400 feet elevation, from 25 to 180 inches precipitation annually and from light sand to heavy clay soils.

FOREST RESEARCH IN PUERTO RICO

Forest research in Puerto Rico has been the major function of the Station during the past 10 years. Because of the war, appropriations did not increase as was anticipated, and they have all been allotted directly for forest management investigations. Nevertheless, informal studies have been carried out in related fields as opportunity has permitted. During the first 5 years greatest emphasis was placed on forest regeneration. Since that time studies have concentrated more on the silviculture of naturally and artificially established forests. Only the more important *positive* results appear here. It should be recognized that this, in one sense, is an incomplete picture, since research to date has been no more effective in showing what *to* do than what *not* to do.

The Station has undertaken 1,533 investigations, studies, and tests concerning about 250 tree species. Of these, 1,120 have been completed, and 413 are under way. These studies are distributed throughout the Island, most of them on public forest lands, as follows:

Location	Number of Active Studies
Caribbean National Forest	
Luquillo Division	88
Toro Negro Division	41
Experimental Forests	
St. Just	72
Cambalache	68
Río Piedras	10
Insular Forests	
Maricao	43
Río Abajo	20
Guilarte	14
Carite	10
Guánica	8
Guajataca	4
San Juan	2
Aguirre	1
Susúa	1
Other areas	31
Total	413

Forest Management

Seed of 181 important or potentially important native and exotic tree species was subjected to germination, weighing, and various other tests related to its use in forestry.

Satisfactory seed storage practices were developed for 28 species in frequent use.

Twenty-five years of accumulated seed records as to germination, storage, weights,

and moisture contents for 294 tree species were summarized and published.

One hundred and thirty-two tree species were propagated experimentally to determine the most satisfactory techniques. Such techniques, suited for large scale propagation, were developed for 48 species.

The most satisfactory sowing densities were determined for seven of the most commonly propagated species.

The proper depth of sowing and kind of seed-bed cover material was determined for 10 important species.

The cloudier, cooler, and more humid climate of the zone between 500 and 1,000 feet elevation was found superior to that of the coastal plain for tree propagation.

The most successful size and type of nursery stock was determined for 12 important species.

Local sphagnum moss was found as satisfactory for packing as imported moss, saving local nurserymen several hundreds of dollars annually.

Transplanting of casuarina (*Casuarina equisetifolia* Forst.) was shown to produce nursery stock superior to seedlings, and this has become a standard practice in all nurseries.

Satisfactory cover crop and soil maintenance practices were developed for the forest nurseries.

A total of 194 native and exotic tree species were planted experimentally to determine best practices and site adaptability. Some 60 satisfactory species-site relationships have been discovered.

The discovery of roble (*Tabebuia pallida* Miers) as an aggresive pioneer species which can be established successfully with wildings has reduced costs of reforestation of many degraded sites to 33 percent.

A guide to selection of species, a classification of sites, and planting and plantation maintenance policies for the public forests, but also applicable to private forest lands, were prepared on the basis of detailed survey of 78 plantations including 35 species and covering 20,000 acres within the public forests. The survey included 227 separate species-site studies and the measurement of 33 temporary sample plots.

A survey made at the request of the Puerto Rico Land Authority covering 2,600 acres of their forest lands reduced to 10 percent the cost of a proposed planting project and resulted in successfully established plantations where needed.

A successful technique was developed for underplanting the forested limestone hills of the north coast. Underplanting has been found promising in various parts of the island with five species.

The tree species which under ideal conditions make the most spectacular growth, with few exceptions, have been found unsuited for reforestation where competition with native vegetation is keen.

Direct seeding was tested with 15 species. The discovery that West Indian mahogany (*Swietenia mahagoni* Jacq.) can be established on many sites by direct seeding has reduced costs 90 percent.

Seventy-one promising exotic tree species were introduced into Puerto Rico for testing.

Seven new species, native and exotic, have an established place in Puerto Rican forest planting as a result of Station research.

Lapse of 12 days between lifting and planting was found not detrimental to the survival of six species,, a finding of significance in tree distribution to farmers.

The growth of more than 200 tree species in plantations or in naturally established forest has been under study. Studies are in progress in 77 permanent plots covering about 65 acres and including 25,600 tagged trees. Plots have been established throughout public forest lands wherever the site and forest represent a common condition sufficiently uniform to make possible the study of individual factors and the application of results else-

where. Growth measurements were made in six private plantations for which the age was known.

The diameter growth of trees in virgin lower montane rain forest was found to average only 0.05 inch per year, which is as slow as in virgin forests of the temperature zone.

Detailed study of the growth of individual trees as related to micro-environment, using a crown classification adapted locally, showed that intolerant species, those most rapid growing in the open, grow more slowly than tolerant species within the forest. Under forest competition the intolerant trees which are dominant grow only slightly more rapidly than the dominant trees of tolerant species, and in the understory the tolerant trees grow much more rapidly than the intolerants. Even the tolerant trees, however, grow slowly under a completely closed canopy.

Tree growth was found slow throughout the island in stands of more than 100 square feet of basal area per acre.

The height growth of sierra palm (*Euterpe globosa* Gaertn.) was found to be less than 1 foot annually, indicating that this species is not the rapid growing invader once believed, and that it can quickly be eliminated by improvement cuttings.

Yields of from 1 to 4 cords of wood per acre per year were measured in five distinct extensive forest types. One coppice stand yielded 25 cords per acre 8 years after clear cutting.

Total and stemwood cubic foot volume tables were constructed for two types of forest.

A density of 60 square feet of basal area per acre was found generally sufficient to prevent the invasion of most vines.

Rules of general applicability for forest improvement cuttings were prepared for use in both public and private forestry in Puerto Rico. A residual stand density of 80 square feet of basal area per acre, midway between the limit of 60 square feet for vine control and 100 square feet for rapid tree growth, was recommended.

Pioneering in community forestry within the Cambalache Experimental Forest showed the potentialities of such a program to be so great that it has served as a basis for present governmental planning with regard to at least 20,000 acres of forest lands on the north coast.

Experimental stereoscopic aerial photo interpretation proved that the four forest types of the Luquillo Mountains could be mapped to within 5 percent accuracy, as checked by low-level flying and ground reconnaissance. It was impossible, however, to distinguish individual tree species or to estimate tree heights.

A procedure was developed for the classification of lands suited for farming in the public forests and was used as a basis for present policies of both the Insular and Federal Forest Services.

A cruising technique was developed for the segregation of saw timber, polewood, and fuelwood volume, and the coefficient of variability of yield was determined for the Luquillo Division of the Caribbean National Forest as a basis for cruising intensity. This forest was cruised in accordance with recommendations of the Station.

Cutting cycles were determined for rain forest on the basis of utilization standards and growth data, and the cutting budget currently in use in the Luquillo Division of the Caribbean National Forest was prepared.

Forest Economics

A socio-economic study of the living conditions of 405 families living within public forest lands showed the standard of living of the people to be one of the lowest in Puerto Rico. The areas farmed were generally submarginal, but income was much higher in some areas than others. The dependence of these farmers on outside employment (preferably within the forest) was clearly shown.

Forest Products

Six important local species were sent to Duke and Yale Universities for testing, and reports on the results have been published.

Four inferior woods were found suited for boxes and crates.

The specific gravities of 109 local species were determined.

The equilibrium moisture content at Río Piedras was determined for 84 local woods. The green moisture content was determined for 37 woods.

Tests of the native durability of fence posts of 68 species show that few remain serviceable after 18 months.

Piling of motillo (*Sloanea berteriana* Choisy) was found durable for at least 18 months in San Juan harbor.

Casuarina (*Casuarina equisetifolia* Forst.) was found susceptible to hot and cold bath treatment with carbolineum. After 8 hours of treatment and overnight cooling in the solurion the preservative had penetrated more than 1 inch and the treated posts are sound after 5½ years.

A collection of the woods of 612 tropical tree species has been accumulated, including gifts from Ecuador and Surinam.

All available literature and unpublished information regarding the utility of 240 tree species of the Luquillo Mountains was compiled and the species were grouped in value classes for purposes of timber marking and cruise analysis.

Forest Influences

A preliminary study in the upper Luquillo Mountains indicates that in the montane thicket zone as much as 65 percent of the rainfall may run off the surface, even under virgin forest.

Forest Botany

An herbarium of 3,000 specimens of tropical trees, including gifts from Costa Rica and Ecuador, has been built up.

Pen and ink sketches were made for 300 trees of Puerto Rico, of which 100, with descriptions, were published in English and Spanish.

A taxonomic key to the identification of the trees of Puerto Rico was extracted from Britton and Wilson's flora of the island. A second field key has been completed for about ⅓ of the species.

Areas of virgin or relatively undisturbed forest were located within eight forest types and as a result were reserved as natural areas.

Detailed measurement and description has been completed within three virgin forest types and one which has been undisturbed for many years. The data show composition and structure of these types.

The composition of secondary forests has been determined on six distinct sites.

The location of the original forest types of Puerto Rico was approximated from observations in secondary stands and climatic records.

An analysis of available climatic records for the Luquillo Mountain area showed that the transition from lower montane rain forest to montane thicket in this area takes place at about the 73°F isotherm.

INTERNATIONAL FOREST RESEARCH

The international scope of tropical forestry problems and the international applicability of methods of their solution led to the recomendation that the Station become an international research center. Puerto Rico's forest lands are similar in environment and contain many of the same species as 260,000,000 acres of forest land elsewhere in the West Indies and on the Atlantic slope of Central and South America. These considerations have influenced the program of the Station throughout the past 10 years.

The physical facilities already described

are available for the use of visiting scientists. Forest officers from Trinidad, British Guiana, Jamaica, Cuba, Martinique and Guadeloupe have made extended visits to the Station. An average of nine foreign officials visit the Station annually.

Surveys of the forests and forest problems of Costa Rica, Ecuador, Chile, and the Virgin Islands were made under the general administration of the Station. Staff members participated in the Costa Rica, Ecuador, and Virgin Island surveys.

The staff participated at an international conference on the Caribbean forest research at Trinidad and seven other international meetings on forestry or allied problems within the region.

A total of 420 foreign requests (or nearly one per week) for forestry information, seeds, or related assistance have been handled. During the last year these came from 29 different countries throughout the world.

A total of 13 months of technical forestry training was given to six students from Bolivia, Costa Rica, Cuba, Haití and Venezuela.

The Caribbean Forester, a free quarterly technical journal published in English, Spanish, and French, has been distributed since the establishment of the Station. To date it has included 175 technical articles totaling more than 3,000 pages concerning forest description, regeneration, silviculture, management, influences, and utilization. Articles have been submitted from or concern 30 different countries. They are translated at the Station. Forty-nine articles, or more than one quarter of the total, were prepared by the staff. The present mailing list includes 726 names of people who annually solicit this journal. Of the total 413, or 57 percent, live in one of the 63 foreign countries included in the list.

The preparation of a Spanish-English glossary of forestry terminology is under way. Some 1,800 terms have been defined in English and 400 of these, with their Spanish equivalents, have been published.

A report of the Trinidad forest research conference "Forest Research Within the Caribbean Area" has been translated into Spanish for republication and wider distribution by the Caribbean Commission.

Staff members have made official trips to and have studied forest problems in Costa Rica, Cuba, Dominican Republic, Ecuador, Guadeloupe, Haiti, Jamaica, Martinique, Mexico, Peru, Trinidad, Venezuela, and the Virgin Islands.

FORESTRY EDUCATION

The educational phase of the Station's functions includes a variety of projects which in themselves are small but which represent what is believed to be the proper role of the Station in this field, since others are charged with the more direct responsibility of teaching. The importance of these functions has been growing.

A list of all governmental publications which might assist in the teaching of forestry and conservation was prepared and distributed to the school teachers of the Island.

The Station has prepared 12 press releases on the general subject of farm forestry for publication in the Extension farm page.

The staff has participated cooperatively with the Extension Forester in forestry training at three island-wide 4-H conferences and one Seventh-Day Adventist youth camp.

The staff has led seven training conferences for extension agents on the subject of farm forestry. The most recent conferences, which also included the field men of the Soil Conservation Service, are described in more detail elsewhere in this report.

A series of three lectures and four field trips was conducted under the anspices of the University of Puerto Rico for a select group of rural school teachers.

Lectures on forestry were given by members of the staff to the Science Club of the Polytechnic Institute at San Germán, the Journal Club at Mayaguez, the Boy Scouts, the Society of Agronomists, the American Society of Agricultural Sciences, and the Garden Club.

The director arranged for five graduates of the University of Puerto Rico to take degrees in forestry at the University of Michigan. Four of these have completed their work, two with Master's degrees. These men have been engaged in public forestry work since their return to Puerto Rico.

The Station was instrumental in the dedication of a natural arboretum containing nearly 100 native tree species on the campus of the Polytechnic Institute.

THE PAST YEAR

The year 1949 at the Tropical Forest Experiment Station was characterized principally by an expansion of growth studies, the completion of an analysis of the cruise of the Luquillo Division of the Caribbean National Forest, and the preparation of research results for application to farm forestry.

Twenty quarter-acre growth plots were established in natural forest and in plantations approaching the age of their first thinning. Data as to the character of some of these stands, determined from the initial measurements, are presented elsewhere in this report under the appropriate project. With one exception the Station now has growth plots in all promising plantations within the public forests of the Island.

The 1948 cruise of the Luquillo Division of the Caribbean National Forest was designed by the Station to provide a maximum of basic information of research value. Much of the data presented in this report regarding the structure, composition, and effects of improvement cuttings in rain forest has come from secondary analyses of the tally sheets. Many of the findings of these analyses are basic to forestry in this area, yet have never before been available.

THE APPLICATION OF RESEARCH IN FARM FORESTRY

The staff has long recognized that Puerto Rico's most critical forest problem is the misuse of private forest lands, nearly all of which are located within small farms. A wide gap exists between forestry knowledge and forestry practice on lands within farms which should be dedicated to forest production. Further research can lead indirectly to improved practices, but to date it has also served to widen the gap. The lack of progress in farm forestry appeared to be partly a matter of the transmission of research findings, most of which have been published only in the form of technical articles, to the educators and extension workers dealing directly with landowners. In the belief that the presentation of the results of investigations in a form adapted to the needs of the practitioner is a part of research, the staff went to the practitioner to determine his problems and prepared a guide for his use.

The first step was a conference of the action agencies of the government concerned with farm forestry to determine the nature of the problems. The proceedings of this conference appear in detail in The Caribbean Forester 10:233-238. In brief, it was shown that the need for farm forestry on a large portion of the surface of the island is generally recognized. It was also obvious that the field men of these agencies were almost without reliable information to give the farmer. They needed information as to the segregation of forest and grass, the identification of difficult sites for forest planting, the tree species best adapted to various sites, the utility of recommended tree species, how to improve and harvest farm woodlots, rates of tree growth, and wood yields to be expected.

As a result of this conference the staff undertook the preparation of a technical guide for farm forestry for extension workers, based upon all information available at present, most of which is from studies within public forest lands. To strengthen this basis and to increase the applicability of the guide for use throughout the island the Station planned an extensive survey of the older private forest plantings.

The guide includes a classification of farm lands for forest planting and a listing of adapted species, a description of the utilities of recommended species, recommendations as to management of established woodlots, and estimates of growth of different tree species. This guide was explained by the staff to the 151 technical field men of the Agricultural Extension Service and the Soil Conservation Service in four three-day training courses given in different parts of the island. These courses are described in detail in The Caribbean Forester, 10:238-269. One day of each course was spent in the field. The response included many comments which clarified further the importance of the role which forest research should play in farm forestry. Specifically, the men recommended further investigation of the following:

1. Financial returns from farm forestry.
2. Adaptation of tree species to certain dry sites little studied.
3. Methods of woodlot management under conditions not yet studied.
4. Preservative treatment of local woods.
5. Conversion of abandoned coffee plantations to productive forest.
6. Suitable species for pasture shade.
7. Simple methods of tree identification.
8. Control of insects and disease in plantations.
9. Control of river bank erosion with trees.
10. Regeneration of old casuarina plantations.
11. Relationship of moon phases to wood durability.

The investigations requested by the field men will be undertaken as rapidly as funds permit. Some of them are already under way. The survey of past private plantings to determine species-site relationships has begun. A list of more than 300 private plantations more than 5 years old has been prepared from the records of the Extension Service. All species and sites included in that list will be studied in detail, and results will be incorporated in the guide as soon as available.

RESULTS OF PROJECT WORK

The formal research projects in progress during the past year were in the fields of silviculture, mensuration, and regeneration. Most of the results presented are in the first and last of these fields.

SILVICULTURE

Silvicultural research, as here defined, concerns only the natural forest. Only a few plantations in Puerto Rico have reached the stage in which their care is no longer related to their establishment. Studies of thinning and and other postplanting culture are reported under "Regeneration". A large volume of information describing the forest of the Luquillo Division of the Caribbean National Forest is presented. These data are derived from an analysis of a recent cruise of 11,000 acres within that area. Three forest types are involved, the tabonuco type (lower montane rain forest), found between 400 and 1,800 feet elevation; the colorado type (montane thicket) on the wet, poorly drained slopes and valleys above 1,800 feet; and the palm type, confined to river courses and steep rocky slopes above 1,500 feet

Silvicultural investigations described concern two distinct fields: (1) silvics, or the study of the relationship of trees and forests to their environment; and (2) stand improvement.

Complexity and Heterogeneity of Mixed Forest Complicates Research

Numerous reports on tropical forests have pointed to the scattered occurrence of the large valuable trees. Analysis of cruise plot data from the Luquillo Division of the Caribbean National Forest has provided a measure of the dispersion of individual species in virgin stands in Puerto Rico which in this

respect may be very similar to mixed forest elsewhere in tropical America.

Forty quarter-acre plots were analyzed in the tabonuco, colorado, and palm types. The number of species per plot was determined, and also for different combinations of the plots, to indicate the number of species per unit of area. This method tends to exaggerate slightly the number of species since the plots were not contiguous, but is nevertheless, a valuable indicator. The data appear in Table 1.

Reanalyzing the data to determine the percentages of the 40 plots within which each species was found, the results appearing in Table 2 were obtained.

This tabulation indicates that, despite the large number of tree species present in the forest, only three or four of them can be expected within four out of five quarter-acre plots taken at random. Only about 10 species would be common to 50 percent of the plots. The implication with regard to the propriety of applying research results from one area to another without considering differences in composition is obvious.

Virgin Rain Forest Increment Slow

The increment of a virgin forest is assumed to be equaled by mortality losses in the long run. In Puerto Rico where hurricanes occasionally cause catastrophic mortality it is to be expected that net increment takes place in virgin stands between hurricanes. The first

TABLE 1.— NUMBER OF SPECIES PER UNIT OF AREA IN THE LUQUILLO FOREST

Number of Quarter-Acre Plots	Corresponding Area	Number of Species		
		Tabonuco Type	Colorado Type	Palm Type
No.	Acres	No.	No.	No.
1	0.25	17	13	17
2	0.50	25	18	24
4	1.00	33	23	31
8	2.00	46	29	39
20	5.00	60	40	54
40	10.00	73	51	63

TABLE 2.— DEGREE OF PRESENCE OF TREE SPECIES IN THE LUQUILLO FOREST

Percent of Plots in Which Found	Number of Species		
	Tabonnco Type	Colorado Type	Palm Type
%	No.	No.	No.
81 - 100	3	4	4
61 - 80	4	4	5
41 - 60	7	3	8
21 - 40	15	6	11
2.5 - 20	44	34	36
0 - 2.5[1/]	95	[2/]	[2/]

1/ Present in the type but not in any of the 40 plots.

2/ Data not available.

indication of the magnitude of this increment was found in five 1-acre plots in the Luquillo Division of the Caribbean National Forest. The data, based upon a 3-year period in Plot TS-1 and 2 years elsewhere, are shown in Table 3. The period is short but the data are presented as they provide the first indication of growth in these types. It is seen that increment is less than 1 cord (80 cubic feet) per acre per year.

Tolerant Species Outgrow Intolerants in Virgin Rain Forest

The determination of diameter growth in a tropical forest is complicated by the absence or unknown periodicity of growth rings in the wood. The only reliable source of such information is permanent plots in which each tree is so marked that it can be re-identified for repeated remeasurement. A tropical rain forest is so mixed that plots generally contain few trees of any one species. The average of growth data for trees of all species by diameter or crown classes, because of the heterogeneity of the mixture, may not represent any other area of the forest, and at any rate does not serve for the appraisal of individual species.

Remeasurement of nine plots in the Luquillo Division of the Caribbean National Forest containing more than 5,800 tagged trees has begun to indicate relative diameter growth rates in virgin rain forest for some of the more prominent species. These data, 80 percent of which are based upon 2-year measurements and 20 percent on 6-year measurements, are as shown in Table 4. They include trees of all sizes, from 2 inches up. The data are inadequate for segregation by size or crown classes.

TABLE 3.—INCREMENT AND MORTALITY PER ACRE IN VIRGIN RAIN FOREST

Plot	Forest Type	Initial Basal Area	Initial Volume	Gross Annual Increment	Annual Mortality	Net Annual Increment
		Sq. Ft.	Cu. Ft.	Cu. Ft.	Cu. Ft.	Cu. Ft.
TS-1	Tabonuco	191	4,620	59	15	44
TS-2	Tabonuco	189	4,460	33	7	26
TS-3	Tabonuco	181	4,120	45	14	31
CS-3	Colorado	169	2,850	33	12	21
CV-2	Colorado	104	1,680	9	5	4

TABLE 4.—DIAMETER GROWTH OF MORE COMMON TREES IN VIRGIN RAIN FOREST

Type and Species	Number of Trees Measured	Mean Annual DBH Growth
	No.	Inches
Tabonuco type		
Ormosia krugii Urban	41	0.26
Manilkara nitida (Sessé & Moc.) Dubard	40	0.20
Dacryodes excelsa Vahl	131	0.18
Sloanea berteriana Choisy	61	0.18
Tabebuia pallida Miers	106	0.15
Linociera domingensis (Lam.) Knobl.	37	0.14
Didymopanax morototoni (Aubl.) Dene.	54	0.13
Colorado type		
Micropholis chrysophylloides Pierre	139	0.07
Micropholis garcinifolia Pierre	213	0.04
Calycogonium squamulosum Cogn.	143	0.04
Ocotea spathulata Mez	41	0.04
Magnolia splendens Urban	38	0.04

The natural discrimination against intolerant species in the climax forest is indicated by the relative position in the list of *Tabebuia pallida, Linociera domingensis,* and *Didymopanax morototoni.* These species, all relatively intolerant, and even tending to serve ecologically as pioneers under some circumstances, grow more rapidly in the open than *Manilkara nitida, Dacryodes excelsa,* and *Sloanea berteriana.* The slower growth of the colorado type reflects the inferiority of the site on which it is growing.

Roble Stand Develops Rapidly

Roble (*Tabebuia pallida* Miers) has been recommended as an aggresive pioneer tree species for planting on abandoned farms. Evidence of its capacity to rapidly cover such sites is seen in measurements made in two plots in a naturally established stand on a slope in the foothills of the Luquillo Mountains. The data, including all trees from 1 inch d.b.h. up, appear in Table 5.

Young Mangrove Coppice Approaches Stagnation

Mangrove forest forms very dense coppice thickets after clear cutting. The rapidity with which such stands form has led to the belief that mangrove trees are very rapid growing. Measurement of the development of young coppice of white mangrove (*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.) was made possible by the establishment in 1938 of permanent quarter-acre plots in a stand at Piñones (San Juan Insular Forest). The stand data, for all trees 4.5 feet or more in height, are shown in Table 6.

The basal areas indicated in this table are much heavier than those of any known upland forests of comparable size. There are indications that this stand has virtually stagnated. The average diameter growth during 11 years based upon 3,075 trees, has been only 0.7 inch. The canopy is so uniform that few clearly dominant trees are present. No seedlings are found beneath the stand. Tree mortality apparently largely due to a beetle (*Chrysobothris*

TABLE 5.—ROBLE GROWTH, PER ACRE

Plot	No. of Trees		Average D. B. H.		Basal Area	
	1938	1949	1938	1949	1938	1949
	No.	No.	Inches	Inches	Sq. Ft.	Sq. Ft.
5	870	980	2.6	4.5	32	109
5'	780	1,100	3.2	4.4	42	116

TABLE 6.—MANGROVE STAND DEVELOPMENT, 1938-1949

Plot	Number of Trees Per Acre		Average Diameter		Basal Area Per Acre	
	1938	1949	1938	1949	1938	1949
	No.	No.	Inches	Inches	Sq. Ft.	Sq. Ft.
A	15,600	9,730	1.0	1.7	86	148
B	21,100	19,500	0.6	1.3	46	170
C	16,900	11,000	0.8	1 6	66	147
E	13,600	9,000	1.0	1.7	82	148

tranquebarica Gmelin) and a borer (*Psychonoctua personalis* Grote), has been high, yet basal area increment has also been rapid. It is apparent that in dense coppice stands of white mangrove there is a tremendous waste of site capacity used to develop thousands of trees which must later die before the stand becomes merchantable. The great uniformity of tree size leads to intense competition which is costly in terms of the diameter growth of the trees which survive.

Effect of Improvement Cutting Varies in Montane Forest

Rules for timber cutting in the Caribbean National Forest have been directed primarily toward achieving an optimum residual stand. No measure of the results of such cutting on an area basis has been available until recently. Analysis of "cut and left" tally sheets from a recent cruise shows generally the effects of improvement cuttings as seen in Table 7. Data were curved from 59 quarter-acre plots in the tabonuco type and from 47 plots in the colorado type, all in the Luquillo Division of the Carribbean National Forest. Data are for all trees from 4 inches d.b.h. up.

TABLE 7.—BASAL AREA PER ACRE BEFORE AND AFTER CUTTING MONTANE FOREST

Basal Area Before Cutting	Basal Area After Cutting	
	Tabonuco Type	Colorado Type
Sq. Ft.	Sq. Ft.	Sq. Ft.
40	33	31
80	60	54
120	84	74
160	102	92
200	116	105
300	138	126

The optimum basal area is believed to be about 80 square feet per acre in both types. This condition is not always possible to achieve with one cutting. Stands which at present average 80 square feet or less generally contain scattered dense groups of young trees in need of thinning. Very dense old stands seldom have adequate regeneration so that an excessive basal area must be left in the interest of site protection and seed supply.

Luquillo Forest Still Contains Mostly Fuelwood After First Improvement Cut

One objective of the cutting policy in the Caribbean National Forest is to increase production of saw timber and polewood. These more valuable products make up only a small portion of the total volume of present stands. Residual stands in the Luquillo Division of the Caribbean National Forest are composed as shown in table 8, based upon all trees of 4 inches d.b.h. or more in 80 quarter-acre plots in the tabonuco type and 30 in the colorado type.

TABLE 8.—RESIDUAL STAND VOLUME BY PRODUCTS

Forest Type	Cubic Volume - Percentage		
	Saw timber	Polewood	Fuelwood
	%	%	%
Tabonuco	24	19	57
Colorado	23	23	54

A large percentage of fuelwood volume is inevitable, since part of it is in branches, which are utilized down to the 1-inch point for charcoal. It is certain, however, that saw timber and polewood volume percentages can be increased in future cuts as more of the trees of poor form or inferior species are removed.

Improvement Cuttings Remove ¼ to ⅓ of Montane Forest Volume

Expression of the effects of improvement cuttings in terms of basal area does not show the yield. Consequently, when volume tables became available cruise data as to trees to be

cut and left in the Luquillo Division of the Caribbean National Forest were converted to terms of volume. These data, based upon 672 quarter-acre plots in the tabonuco type and 171 plots in the colorado type, were curved and appear in table 9.

TABLE 9.—EFFECT OF CUTTING ON VOLUME PER ACRE

Total Basal Area	Volume to Cut	Volume to leave	Percent to Cut
Sq. Ft.	Cu. Ft.	Cu. Ft.	%
	TABONUCO TYPE		
40	120	600	17
80	380	1,200	25
120	720	1,800	28
160	1,200	2,500	32
200	1,700	3,200	35
300	4,400	4,300	51
	COLORADO TYPE		
40	90	390	19
80	300	700	30
120	580	1,100	35
160	910	1,400	39
200	1,300	1,900	41
300	2,300	3,100	42

In the colorado type the cutting is lighter in percent as well as in volume. This is due largely to the scarcity of reproduction in this type, a fact which makes heavier cutting unwise. Since stands average 70 to 140 square feet of basal area per acre the cutting removes between ¼ and ⅓ of the volume.

Silviculture Triples Diameter Growth in Luquillo Forest

One measure of the effectiveness of silviculture is the degree to which it increases tree growth over that in nature. The first indication of this nature, that of growth in improved stands compared with that of virgin forest, is seen in two-year plot remeasurements in the tabonuco type of the Luquillo Division of the Caribbean National Forest. The growth of all trees 4 inches d.b.h. and up in two 1-acre virgin plots and two ½-acre improved plots is compared in table 10.

The average basal area per acre in the virgin stand was 185 square feet, in the improved stand 79 square feet. The improved stand had 4 percent more trees than the virgin stand. The improved stand had only 58 percent as many dominant and codominant trees as the virgin stand and only 55 percent as many suppressed trees, but more than twice as many intermediate trees. These intermediates in the cutover stand are growing more than twice as rapidly as the dominants and codominants in the virgin stand. In the virgin forest the dominants are slower growing than the codominants and intermediates because this group includes many overmature, declining trees.

Natural Reproduction Reacts Quickly to Improvement Cuttings

Improvement cuttings have generally been recommended as a farm forestry practice, but

TABLE 10.—ANNUAL DIAMETER GROWTH IN VIRGIN AND IMPROVED FORESTS

Crown Class	Virgin Forest		Cntover Forest	
	Basis (two acres)	Average Growth	Basis (one acre)	Average Growth
	No. Trees	Inches	No. Trees	Inches
Dominant	78	0.06	17	0.26
Codominant	113	0.08	38	0.25
Intermediate	505	0.07	548	0.17
Surpressed	1,012	0.04	281	0.10
Total	1,708		884	
Weighted Average		0.05		0.15

almost no local data have been available to show the effects of such cuttings. The recruising of a pair of 2-acre plots in the St. Just Experimental Forest indicates the rate of improvement there during 6 years. At the beginning of the period both plots bore a dense, vine-covered, young, mixed, coppice stand. Plot 2 was subjected to annual improvement cuttings directed toward elimination of the vines and the tree species which do not make good fence posts. All cut material was utilized for posts and fuel. Plot 3 was left as a control. The results appear in table 11.

The table shows clearly the rapid reduction in number of trees in the improved stand as compared with the unimproved. The reduction in competition contributed to more rapid diameter growth. Equally significant is the increase in representation of the better species. Not only has their representation increased 50 percent in Plot 2 but it will increase again rapidly with a cutting of about 500 fence posts per acre during the coming year. Plot 3, on the other hand, is still almost impenetrable, and few trees have reached post size. Many of these have been deformed by vines.

MENSURATION

Research in mensuration during the past year has been chiefly the application of volume tables recently constructed to past plot data. Most of the results are not yet available.

Volume Tables Prepared for Plot Studies

The completion of tables showing the total cubic volume of trees in the tabonuco and colorado types of the Luquillo Division of the Caribbean National Forest makes possible for the first time the expression of tree and plot growth in terms of cubic volume. These tables based upon d.b.h. and total height, show all volume in stemwood and branchwood out to the 1 inch point on each limb. For application to past plot data where heights have not been measured or where repeated height measurement is difficult because of canopy density, additional tables were prepared, based upon curved average of heights in each d.b.h. class. These average heights were based upon 1,166 trees in the tabonuco type and 878 trees in the colorado type, distributed throughout the Luquillo Mountain area.

Luquillo Forest Contains Two Thirds of Original Number of Trees

The forests of Puerto Rico are now so limited in area and have been so modified by cutting that it is generally difficult to relate present conditions to those of the virgin forest.

TABLE 11.—STAND DEVELOPMENT PER ACRE 1/

Plot	1942	1948
Plot 2		
Number of trees	8,100	2,990
Average d.b.h., inches	0.8	2.1
Basal area, square feet	26.8	71.9
Representation of better species 2/, percent	54	72
Plot 3		
Number of trees	5,490	4,980
Average d.b.h., inches	0.8	1.5
Basal area, square feet	16.9	61.8
Representation of better species 2/, percent	53	56

1/ All trees 4.5 feet and taller.

2/ For fence posts.

An indication was provided, however, in the comparison of virgin and cutover stand tables prepared as a result of a recent cruise of the Luquillo Division of the Caribbean National Forest. This area, much of which was once privately owned, was heavily culled or cut over years ago. Using virgin stand data collected from 40 quarter-acre plots in each type as a basis, the percent of the original number of trees in broad diameter classes was determined from average stand tables, prepared from 691 quarter-acre plots in the tabonuco type and 178 plots in the colorado type. The tabulation follows:

TABLE 12.—NUMBER OF TREES IN CUTOVER STANDS, AS COMPARED WITH VIRGIN STANDS

D.B.H.	Percent of Number of Trees of Virgin Stand Remaining	
	Tabonuco Type	Colorado Type
Inches	%	%
4-6	62	71
8-10	64	79
12-18	42	66
20+	20	56
Weighted Average	58	71

This table shows clearly the heavier cutting in the more valuable and accessible tabonuco type forest, as compared with the colorado type. Also seen is the heavier cutting of the large than the small trees. The reduced stocking resulting from cutting has increased individual tree growth, but because the best trees were removed the representation of inferior species has increased.

Luquillo Forest Volume Estimated from Basal Area

The lack of volume tables in the past has made it impossible to express forest density in terms other than basal area. Recent volume table construction and cruising has provided data making possible a direct comparison of basal area and total cubic volume. Using 4 inches as the lower diameter limit, and including all branchwood to a 1-inch top, the relationship for present stands was found to be nearly linear for the tabonuco and colorado types of the Luquillo Division of the Caribbean National Forest and not greatly affected by stand history. Curves based on 111 and 54 quarter-acre plots respectively in these two types showed the following relationship:

TABLE 13.—BASAL AREA-VOLUME PER ACRE RELATIONSHIP IN THE LUQUILLO FOREST

Basal Area	Volume	
	Tabonuco Type	Colorado Type
Sq. Ft.	Cu. Ft.	Cu. Ft.
40	720	480
80	1,600	1,000
120	2,500	1,600
160	3,600	2,300
200	4,900	3,200
300	8,700	5,400

REGENERATION

Regeneration studies reported here overlap into the field of silvics, as they are largely concerned with the development of established plantations. Relatively few new plantings were made during the year, and the results of these are not yet conclusive.

Seeds of Various Species Studied

Seeds of maricao (*Byrsonima spicata* (Cav.) Rich.) were found 75 percent viable after 2 years of storage at room temperature. After-ripening continues for several months with this species and viability thereafter is apparently long. A related species, aceituna (*Byrsonima cuneata* (Turcz) P. Wilson) germinated 10 percent after 4 years storage. Fresh seeds did not germinate.

Germination of fresh seeds of canelillo

(*Acrodiclidium salicifolium* W. Grison) and aceitillo (*Zanthoxylum flavum* Vahl) from recent tests was less than 5 percent. The seeds appeared sound and were free of insects, so this result may indicate a natural characteristic of these species.

Soil Amendment Needed for Propagation of Gymnosperms

Propagation of pines (*Pinus caribaea* Morelet, *P. tropicalis* Morelet, *P. rigida* Mill. var., *serotina* (Michx) Loud, and *P. virginiana* Miller) has proven difficult, apparently because of soil deficiencies. Growth is slow and the stock produced is poorly developed. Tests being made in consultation with Professor Earl Stone of the Soils Department of Cornell University include heavy applications of calcium superphosphate to stock of these species and to new sowings of *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murr.) Parl, *Picea sitchensis* Trault & Mez., and *Sequoia sempervirens* Endl.

Slash Pine Mortality Continues

Slash pine (*Pinus caribaea* Morelet) plantations on eight different sites within the island, reported as failing last year, are disappearing gradually, apparently due to soil deficiencies. The trees have grown only about 3-6 inches during the two years since planting. They are spindly, and the old needles are yellow. Heavy applications of calcium superphosphate are being made in an effort to save a few trees for future observation. If this treatment fails, an attempt will be made to inoculate future nursery stock with mycorrhiza.

Status of Cedar Remains Unchanged

Continued observations in recent underplantings of cedar (*Cedrela* spp.) show satisfactory development in some areas but only fair results elsewhere.

Cedrela mexicana Roem.—A healthy, well-established plantation of this species is located at about 1,500 feet elevation in a poorly drained soil with an annual rainfall of 120 inches (Luquillo Forest). This plantation, now 13 years old, averages 3.5 inches in diameter and about 20 feet in height. Dominant trees are growing at the rate of 0.63 inch in diameter per year; codominants, 0.42 inches. The best trees are located along a stream bank.

A 6-year old underplanting of this species is located at about 200 feet elevation on a well-drained slope with about 70 inches of rainfall annually (St. Just Experimental Forest). Openings in the canopy have been maintained above each tree. The average height is about 8 feet, and the tallest tree has just reached the canopy, at about 25 feet. Tree form is good in spite of repeated shoot-borer attacks. Growth is more rapid than in an adjacent planting of *C. odorata*.

Cedrela odorata L.—A fair plantation is located at about 3,000 feet elevation in the central mountains (Guilarte Insular Forest) on a well-drained slope which receives about 110 inches of rain annually. The trees were planted in a low brushy stand which has provided little shade. After 3 years they average 3 feet in height and have suffered from heavy shoot-borer attack. The trees appear to be successfully competing with weeds.

An underplanting on a similar site (Toro Negro Forest) was planted on soil mounds to improve drainage. The trees are thrifty and average 3 feet in height after 4 years.

A healthy underplanting is located on the lower slope of a limestone hill at about 500 feet elevation which receives about 80 inches of rainfall annually (Río Abajo Insular Forest). These trees, now 5 years old, average about 6 feet in height with a maximum of 10 feet. The trees passed through a period of growth stagnation after their first year but now are growing more rapidly.

A 3-year-old underplanting near sea level on a limestone slope (Cambalache Experimental Forest) which receives about 60 inches of rainfall annually has nearly disappeared because of drought. Remaining trees have made no growth since planting.

A very promising underplanting is located near the 13-year-old plantation of *C. mexicana* already described, but on a very well-drained granitic soil. After 4 years the average height is 3 feet, with a maximum of 12 feet. The trees, growing under banana shade, are of excellent color.

Cedrela toona Roxb.—An excellent underplanting is located near sea level at the base of a limestone hill receiving about 60 inches of rainfall annually (Cambalache Experimental Forest). After 4 years the trees average 6 feet high, with the tallest, 10 feet.

An underplanting on soil mounds at 3,000 feet, with about 110 inches of rainfall annually (Toro Negro Forest) is more vigorous in appearance than an adjacent plantation of *C. odorata*. The 3-year-old trees average 4 feet in height.

An underplanting at about 1,500 feet elevation on a loose granitic soil receiving about 120 inches of rainfall annually (Luquillo Forest) shows a clear response to light. This site is subject to more cloudiness than the others. After 3 years the average height is about 6 feet, the maximum, 12 feet. The tallest trees are beneath openings of at least 10 feet in diameter in the canopy.

Cedar growth in all of these plantings is slow. In part, this is probably due to the intolerance of the species. The variability of individual tree growth, however, is not generally closely related to light. It is possible that these trees are passing through a period of root growth or adjustment to the site such as is characteristic of the closely-related species, Honduras mahogany.

Primavera Makes Rapid Early Growth at Catalina

Primavera (*Tabebuia donnell-smithii* Rose), a species from Central America which produces an excellent furniture wood, was introduced for testing in Puerto Rico because of the adaptability of other species of this genus. A small planting at 500 feet elevation with about 110 inches of rainfall annually (La Catalina nursery) has attained an average height of 10 feet and some of the trees are 3 inches in diameter 2 years after planting. Another 2-year-old plantation near sea level in the limestone region receiving about 60 inches of rainfall (Cambalache Experimental Forest) has grown more slowly, averaging only about 5 feet in height.

Bamboo Grows Slowly at High Elevation

Bamboo, reported a year ago as a possible substitute for montane rain forest on adverse sites, has not continued to develop as satisfactorily as was previously indicated. A plantation of *Bambusa longispiculata* Gamble ex Brandis, *B. tulda* Roxb., and *B. tuldoides* Munro on a wet soil at 2,500 feet elevation (Luquillo Forest) has required 2 years to reach a size comparable to plantations at lower elevation after 6 months. The foliage is yellow and the tallest plants are about 15 feet in height. More serious than slow growth itself, however, is the small diameter of the stems, the largest of which are now 1 inch in diameter. Even allowing for normal enlargement of stems with further development, it is doubtful that they will be comparable in size to those of better sites.

Mahoe Suffers Wind Damage

Mahoe (*Hibiscus elatus* Sw.), a cabinetwood species native to Jamaica and Cuba, was introduced into Puerto Rico 5 years ago for experimental planting. Its development to date is superior to that of the related native species, maga (*Montezuma speciosissima* Sessé & Moc.). On limestone slopes with an annual rainfall of 60 to 80 inches (Cambalache Experimental Forest and Río Abajo Insular Forest) the largest trees are 3 inches in diameter and 35 feet tall 4½ years after planting and some are bearing flowers. Moreover, the tree has not produced epicormic branches as pro-

fusely as maga. During a recent windstorm, however, some of the largest most exposed trees were bent over or broken off. Damage exceeded that suffered by adjacent trees of other species, indicating that mahoe may need the protection of a light overstory until the bole is formed.

Casuarina lepidophloia Attacked by Canker

Casuarina lepidophloia F. v. M. (?), a species which has been considered more promising than the common *C. equisetifolia* Forst. because of better form, more rapid growth, and reproduction by root sprouts, has been attacked by what appears to be a bacterial canker. Trees about 3 feet tall are attacked at the bases of branches and elsewhere on the bole. Swelling of the stems, cessation of height growth, and deformation of the needles ensue. The diseased trees are found scattered among healthy specimens which have grown normally to a much larger size. Efforts will be made to identify the pathogen and determine the significance of the disease. The diseased trees are growing on two sites on the north coast (60-120 inches of rainfall) where previous plantings have made excellent growth.

Guaraguao Adapted for Underplanting

Guaraguao (*Guarea trichilioides* L.), a cabinet-wood species native to most of Puerto Rico has not been widely used in planting. Underplantings at an elevation of 3,000 feet where annual rainfall is 110 inches (Toro Negro Forest and Guilarte Insular Forest) have shown this species capable of high survival. It is better adapted to heavy clay soils in humid areas than Honduras mahogany, and is free of pests and diseases. Its wood is of excellent quality, on a par with mahogany in resistance to dry-wood termites. Height growth is slow at first, 3-year-old trees averaging 3 feet in height, but growth is resumed after a period of "adjustment", as is evidently characteristic of other Meliaceous species such as cedar and mahogany.

Satinwood Plantation Grows Slowly

Satinwood (*Zanthoxylum flavum* Vahl.) is one of the most valuable woods of the West Indies. Virtually all saw timber of this species in Puerto Rico disappeared long ago. Efforts to regenerate satinwood have generally been frustrated by a weevil which destroys the seed. One small planting was established in 1938, however, in a sinkhole within the Guajataca Insular Forest of the limestone region of the north coast (rainfall about 80 inches per year). Re-examination of this plantation showed the trees to average only 2.5 inches d.b.h. after 11 years. Their crowns are small, and the plantation probably will not dominate other vegetation for many years. Because of poor seed quality, wilding stock is being tested on a drier site.

Two Coastal Species Grow Well in Mountains

Two species native to Puerto Rico's north coastal plain, maría (*Calophyllum antillanum* (Jacq.) Britton) and maga (*Montezuma speciosissima* Sessé & Moc.) have been planted on public forest lands throughout the island. Measurements made in the older plantations indicate that their early development is as satisfactory at high elevation as on the coast.

Two 13-year-old plantations of maría were compared, one at possibly 500 feet elevation in the northwestern limestone hills at Guajataca (rainfall 80 inches annually), and the other at about 1,500 feet elevation on the north slopes of the Luquillo Mountains (rainfall 100 inches annually). Both plantations are on exposed ridges. The soil at Guajataca is rocky, shallow, and very well drained, that at Luquillo is deep, very degraded, and only fairly well drained. The Luquillo site is probably slightly more favorable for tree growth. At Guajataca the average diameter is 2.7 inches, at Luquillo it is 3.6 inches and the corresponding basal areas are 38 and 50 square feet per acre. A striking difference is tree

height, averaging about 10 feet at Guajataca and about 20 feet at Luquillo.

A similar comparison of two plantations of maga was made. One is 11 years old and is in a limestone sinkhole at about 600 feet elevation near the north coast in the Río Abajo Insular Forest (rainfall about 80 inches annually). The other is 13 years old and is on a slope at about 2,500 feet elevation within the Toro Negro Forest in the central mountains (rainfall about 110 inches annually). Both soils are deep, that at Río Abajo is degraded. The growth rates of these two plantations are comparable. The average diameter at Río Abajo is 3.8 inches, compared with 4.2 inches at Toro Negro. The basal area at Río Abajo is 49 square feet per acre, compared with 37 square feet at Toro Negro. Current diameter growth, however, is slow at Río Abajo, only 0.08 inch per year. Height growth has been about the same, but form is far superior at Toro Negro. At Río Abajo a number of the trees are worthless because of branchy crowns, and pruning invariably results in numerous epicormic branches. At Toro Negro neither of these problems exists.

Eucalyptus Growth Nearly Equals that of Casuarina

Casuarina (*C. equisetifolia* Forst.) grows nearly an inch in diameter per year on the coastal plain during the first 10 years after planting. This species grows much less satisfactorily above 1,000 feet elevation, but it appears that it may have a counterpart in eucalyptus (*E. robusta* Smith). A plantation located above 2,000 feet elevation in the Carite Insular Forest (rainfall about 90 inches per year) has grown to an average diameter of 8.3 inches and a basal area of 110 square feet per acre in 10 years. Diameter growth during the past three years has averaged 0.7 inch per year.

Another 10-year-old plantation on a poorly drained soil at 3,000 feet elevation in the Toro Negro Forest of the central mountains (rainfall about 120 inches per year) has an average diameter of 5.7 inches and a basal area of 73 square feet per acre.

A year ago concern was expressed because these plantations do not dominate the site. This concern is still felt. Perhaps, as with Casuarina, underplanting with selected species from the subsequent successional stage should be undertaken as soon as the eucalyptus forms a canopy.

West Indian Mahogany Plantation Closes in 13 Years

West Indian mahogany (*Swietenia mahagoni* Jacq.) has been planted extensively on public areas in the limestone hills of the north coast of Puerto Rico. One of the best of these plantations is located near the bottom of a sinkhole in the Guajataca Insular Forest (rainfall about 80 inches annually). Plot measurements within this plantation, which is now 13 years old, show the average diameter to be 4.2 inches, the number of trees to be 700 per acre and the basal area 68 square feet per acre. The stand has formed a complete canopy and will soon be ready for its first thinning.

Teak Grows Well on Three Sites

Efforts to establish teak plantations in Puerto Rico have generally met with failure. The species requires better soils than are generally available for it. On three sites where plantations have become established measurements made during the past year indicate the progress of their development.

Southern foothills. — A plantation located at about 600 feet elevation on alluvium beside Río Patillas in the Carite Insular Forest (rainfall about 80 inches annually) has grown to an average diameter of 6.0 inches in 13 years. The largest trees are 10 inches in diameter and 50 feet tall. Basal area ranges from 90 to 110 square feet per acre, and a light thinning appears desirable.

Limestone sinkhole on north coast.— A plantation located at about 1,000 feet elevation on a valley floor between limestone hills in the Río Abajo Insular Forest (rainfall

about 80 inches annually) has an average diameter of 6.6 inches after 10 years. The average height is between 35 and 40 feet, and height growth appears to have been decreasing rapidly in recent years. Current diameter growth is rapid, however, having averaged 0.34 inch during the past year. The basal area is 73 square feet per acre.

Eastern foothills.— A plantation at about 900 feet elevation on an exposed, well-drained rocky slope near Ciénaga Alta in the Luquillo Forest (rainfall about 100 inches per year) has an average diameter of 5.3 inches after 11 years. This site is inferior to the other two. The average tree height is only 25 feet, and the basal area is 74 square feet per acre. This plantation has just achieved dominance of the site.

Broadleaved Mahogany Needs Thinning by Tenth Year

Studies of 11-year-old plantations of broadleaved mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Mameyes Valley (about 140 inches of rainfall annually) showed that they had attained from 100 to 115 square feet of basal area, that the tree crowns were in intense competition, and that the herbaceous cover beneath them had nearly completely disappeared. The average tree diameter was 4.8 inches and there were about 850 trees per acre. Two plots were thinned to a basal area of 80 square feet per acre, in accordance with studies of optimum stand density elsewhere. In one plot of 100 square feet of basal area 160 trees were removed per acre and the average diameter was reduced from 5.0 to 4.4 inches. In the other plot, with 115 square feet of basal area, thinning removed 370 trees per acre and raised the average diameter from 4.6 to 5.1 inches. Many of the trees were of poor form, and the thinning concentrated upon the removal of these, regardless of their diameter. The condition of this plantation indicates clearly that on good sites this species, when planted at a spacing of 6 feet, should be thinned not later than the tenth year.

In a comparable 11-year-old plantation in a sinkhole in the Río Abajo Insular Forest (rainfall about 80 inches per year) the average diameter is larger, 5.4 inches, because of wider spacing (500 trees per acre), but the basal area is only 81 square feet per acre and thinning is unnecessary as yet.

María Thinning Improves Stand and Produces Large Yield

A 25-year-old plantation of maría (*Calophyllum antillanum* (Jacq.) Britton) on a laterized serpentine soil in the western mountains (Maricao Insular Forest) attained an average diameter of 5.2 inches and a basal area of 173 square feet per acre. Current average diameter growth had dropped to 0.16 inch per year. Two plots were thinned to a basal area of 80 square feet. An indication of growth acceleration to be expected as a result of changes in crown class representation caused by the thinning is seen in table 14.

In Plot B cutting removed the equivalent of 730 trees per acre with a volume of 1,930 cubic feet. In Plot C 590 trees were removed per acre, with a volume of 2,500 cubic feet. Nearly all of the yield was in the form of posts and poles. About an equal volume remains standing indicating that the annual increment of this plantation since establishment has averaged about 180 cubic feet per acre.

Casuarina Plantations Appear Suited for Underplanting

A plantation of Casuarina (*C. equisetifolia* Forst.) on a heavy soil in the foothills (Luquillo Forest) attained an average diameter of 6.1 inches and a basal area of 94 square feet per acre in 11 years. In the past 2½ years its basal area increment was 23 sq. ft. and its average diameter growth was 0.22 inch. Since this species does not reproduce itself in Puerto Rico, underplanting is under consideration. The alternative is relatively costly reforestation after clear cutting. The shade cast by the light foliage of this plantation is insufficient to prevent invasion of numerous aggressive native species, so the environment is apparently sa-

TABLE 14.—CROWN CLASS REPRESENTATION BEFORE AND AFTER THINNING MARIA

Crown Class	Percentage of All Trees			
	Plot B		Plot C	
	Before Cut	After Cut	Before Cut	After Cut
	%	%	%	%
Dominant	2	12	3	5
Codominant	14	28	17	44
Intermediate	50	45	44	36
Suppressed	34	15	36	15
Totals	100	100	100	100

tisfactory for underplanting. Tests with a number of species have been begun.

PRODUCTS

No funds have been assigned to the Station specifically for research in the field of forest products but certain small-scale studies of the more important problems have been undertaken as opportunity permits. In addition to the results here reported the Station assisted in the planning of a large-scale study of the preservative treatment of fence posts. Posts of 65 common local species have been cut for this study.

Five Post Species Resist Termites Two Years

A test of fence posts of 32 species on the north coast (Cambalache Experimental Forest) shows that only 5 species retained 6 of 8 test posts sound for two years. The data appear in Table 15.

Of the posts of the other 27 species those of the 20 species listed here were all unsound after 2 years. Deterioration was primarily due to termite attack.

Randia aculeata L.

Eugenia sp.

Casearia guianensis (Aubl.) Urban

TABLE 15.—DURABILITY OF FENCE POSTS

Species	Period	Condition		
		Serviceable		Unserviceable Because of Termites
		Sound	Attacked by Termites	
	Months	No.	No.	No.
Thouinia striata Radlk[1/]	30	6	—	2
Tetrazygia eleagnoides (Sw.) DC.	30	8	—	—
Citharexylum fruticosum L.	30	7[2/]	—	—
"Jaboncillo"	24	7[2/]	—	—
Chrysophyllum pauciflorum Lam.	24	7[2/]	1	—

1/ Erroneously reported unserviceable last year.

2/ One post missing.

Myroxylon buxifolium (A. Gray) Krug & Urban

Acrodiclidium salicifolium (Sw.) Griseb.

Vachellia farnesiana (L) Wright & Arn.

Phyllanthus nobilis Muell. "Murta"

Colubrina arboreseens (Mill.) Sarg.

Coccolobis sp.

Dipholis salicifolia (L.) A. DC.

Neetandra coriacea (Sw.) Griseb.

Guazuma ulmifolia Lam.

Zanthoxylum martinicense (Lam.) DC.

Eugenia jambos L.

Inga laurina (Sw.) Willd.

Psidium guajava L.

Leueaena glauca (L.) Benth.

Sabinea florida (Vahl) DC.

Linociera domingensis (Lam.) Knobl.

Treated Casuarina Posts Last At Least 5½ Years

Casuarina (*C. equisetifolia* Forst), the most popular tree for farm plantings, is widely used for fence posts. Eight-hour hot-and-cold bath treatment of this species with carbolineum produced penetration of from 1 to 2 inches. Treated posts placed in a shady location in an area receiving 110 inches of rainfall annually (Luquillo Forest) show no signs of deterioration after 5½ years. The untreated controls were destroyed in 18 months by decay and termites.

THE EXPERIMENTAL FORESTS

The three experimental forests were all in use for research throughout the year. The results of specific studies within them have already been presented. The value of these areas for demonstration purposes is increasing each year. During the past year a group of 40 field men of the Agricultural Extension Service and the Soil Conservation Service were shown the Cambalache Experimental Forest for a demonstration of woodlot improvement. On Arbor Day some 300 elementary school pupils visited the same area.

The Río Piedras woodlot, a 9-acre area now 10 years under the control of the Station, has yielded 7,300 fence posts, 1,800 stakes and 5 cords of fuelwood for the use of the Agricul-cultural Experiment Station. The yield during the past year was 1,850 posts. This area can now be considered a demonstration woodlot for post production.

The St. Just Experimental Forest, of 20.5 acres and also 10 years under Station use, has produced 1,055 fence posts and 63 cords of fuelwood from 6 acres. The posts have been used for the forest boundaries and the fuelwood has been made available to 18 nearby families. During the past year 500 posts and 13 cords of fuelwood were removed from this 6-acre tract.

The Cambalache Experimental Forest, of 58[illegible] acres, has yielded a total of $1,795 from 260 sales of trees to local purchasers during the past 6 years. Included are 10,360 posts and poles and 139 cords of fuelwood. In addition 22,127 bundles of fuelwood, totaling 706 cords, have been taken free of charge by 260 nearby families. During the past year 6,033 bundles of fuelwood, equivalent to 123 cords, were removed by 114 families. This forest was transferred from the Puerto Rico Land Authority to the Department of Agriculture and Commerce during 1949 but will continue to serve as an experimental forest for the Station under a new cooperative agreement.

(Traducción del artículo anterior)

Décimo Informe Anual de la Estación de Investigación Forestal Tropical

Este informe señala la pauta final de diez años de investigación forestal en la Estación de Experimentación Forestal Tropical. Es época de evaluar lo que se ha realizado hasta la fecha. El año pasado ha sido uno de los más productivos ya que varios proyectos de larga duración han dado las primeras gratificaciones. Sin embargo, tan importante como los nuevos datos está el esfuerzo especial del personal principal, de poner los nuevos conocimientos directamente en manos del profesional.

UNA DECADA DE PROGRESO

Muchos años antes de que se tomase acción alguna, ya había estado bajo la consideración del gobierno el establecimiento de una estación forestal experimental en Puerto Rico y la investigación forestal, aunque en forma informal, había estado en progreso. Ya en 1912 se había presentado a la Legislatura Insular un proyecto con ese propósito pero no fué aprobado. A principios del decenio de 1920, con el comienzo por parte del Servicio Forestal del programa de propagación de árboles para distribuir entre los agricultores, se hicieron algunos estudios sobre los problemas concernientes a semillas y prácticas de vivero. La ley McSweeney-McNary de 1928 autorizó el establecimiento de una estación forestal federal "en las posesiones tropicales de los Estados Unidos en las Indias Occidentales" pero en esa fecha no se asignaron fondos. En 1938 la "Southern Forest Experiment Station" junto con las agencias forestales administrativas de la isla aportaron una pequeña asignación con la cual se empleó personal de investigación, bajo la dirección técnica de la Southern Station. Finalmente, en el año económico de 1939-40 se hizo una asignación directa y la Estación Tropical fué establecida formalmente.

La cédula de la Estación bosquejó sus responsabilidades más o menos como sigue:

1. Llevar a cabo la investigación forestal en Puerto Rico, en los siguientes campos:
   - (a) Ordenación forestal
     - (1) Estudios de semilas
     - (2) Estudios de vivero
     - (3) Siembra
     - (4) Crecimiento
     - (5) Rendimiento
   - (b) Economía forestal
     - (1) Importancia económica de los bosques de Puerto Rico.
   - (c) Productos forestales
     - (1) Pruebas sobre madera
     - (2) Secado
     - (3) Durabilidad
     - (4) Tratamiento con preservativos
     - (5) Identificación de maderas
   - (d) Influencias de los bosques
     - (1) El bosque en comparación con otras cosechas en el control de erosión e inundación
   - (e) Botánica forestal
     - (1) Identificación de árboles
     - (2) Sucesión
     - (3) Restauración del suelo
     - (4) Relación entre especies y medio estacional
2. Servir como centro internacional de investigación forestal tropical.
   - (a) Ofrecer facilidades de investigación a técnicos forestales visitantes.
   - (b) Suministrar consejo y ayuda técnica a otras naciones.
   - (c) Adiestrar estudiantes y científicos de otras naciones.

(d) Funcionar como centro de liquidación de toda información forestal tropical.
(e) Determinar los problemas forestales regionales mediante viajes internacionales.

3. Servir como centro de enseñanza en materia forestal.
(a) Preparación de material de enseñanza.
(b) Trabajar en relación estrecha con el Servicio de Extensión Agrícola
(c) Dar cursos cortos a trabajadores de extensión y a maestros.
(d) Estimular a estudiantes graduados a que sigan adiestramiento forestal avanzado.
(e) Ayudar en el establecimiento de jardines botánicos y arboretos.
(f) Proveer un centro de entrenamiento para hacer artefactos de madera.

Aquí aparecen descritos brevemente los logros de la Estación hasta la fecha, presentados de acuerdo con el bosquejo anterior. Entre éstos se incluyen la acumulación de información y materiales básicos con los cuales se lleva a cabo la investigación, los comienzos de investigaciones de largos plazos, completar proyectos de investigación de corto plazo y trabajo internacional y didáctico relacionado. Las facilidades de la Estación, básicas para todo trabajo forestal, son un edificio de hormigón con un laboratorio debidamente equipado y una biblioteca con más de 5,000 obras sobre ciencia forestal tropical. Esta biblioteca recibe periódicamente alrededor de 72 revistas diferentes. La Estación tiene uso exclusivo de tres bosques experimentales con una superficie total de 619 acres y tiene acceso a 76,009 acres adicionales de tierras forestales públicas ubicadas entre 0 y 4,400 pies de elevación, con precipitaciones anuales desde 25 hasta 180 pulgadas y en suelos que varían desde la arena liviana hasta las arcillas pesadas.

LA INVESTIGACION FORESTAL EN PUERTO RICO

Durante los 10 años pasados la investigación forestal en Puerto Rico ha sido la función primordial de la Estación. Debido a la guerra, las asignaciones no aumentaron según se había anticipado y todas ellas han sido asignadas directamente para investigaciones sobre ordenación forestal. Sin embargo, se han llevado a cabo investigaciones informales en campos relacionados, según se ha presentado la oportunidad. Durante los primeros 5 años se le dió mayor énfasis a la regeneración forestal. Desde esa fecha los estudios se han concentrado más en la selvicultura de bosques establecidos natural y artificialmente. Aquí aparecen solamente los resultados *positivos* más importantes. Debe reconocerse que en un sentido, este es un cuadro incompleto ya que la investigación hasta la fecha no ha sido más efectiva en señalar lo que ha de *hacerse* que en señalar lo que *no ha* de hacerse.

La Estación ha llevado a cabo 1,533 investigaciones, estudios y pruebas relacionadas con cerca de 250 especies forestales. De esos trabajos se han completado 1,120 y 413 están en curso. Estos estudios se han hecho a través de toda la isla, en su mayoría en las tierras forestales públicas, como sigue:

Sitio	Numero de Estudios Activos
Bosque Nacional Caribe	
División de Luquillo	88
División de Toro Negro	41
Bosques Experimentales	
St. Just	72
Cambalache	68
Río Piedras	10
Bosques Insulares	
Maricao	43
Río Abajo	20
Guilarte	14
Carite	10
Guánica	8
Guajataca	4
San Juan	2
Aguirre	1
Susúa	1
Otras áreas	31
Total	413

ORDENACION FORESTAL

Fueron sometidas a pruebas de germinación, pesado y demás ensayos relacionados con su uso forestal, las semillas de 181 especies forestales entre nativas y exóticas, importantes o potencialmente importantes.

Se desarrollaron prácticas satisfactorias de almacenaje de semillas de 28 especies de uso frecuente.

Se compendió y publicó una serie de registros acumulados por espacio de 25 años, relativos a la germinación, almacenaje, pesos y contenido en humedad de las semillas de 294 especies forestales diferentes.

Se propagaron experimentalmente 132 especies forestales para determinar las técnicas más satisfactorias de propagación. Se desarrollaron tales técnicas para la propagación en gran escala de 48 especies.

Se determinó la densidad de siembra más satisfactoria en el caso de siete de las especies que más comunmente se propagan.

Se determinó la profundidad apropiada de siembra y el tipo de material de cobertura de las eras, en relación con diez especies importantes.

Se encontró que para la propagación forestal el clima más nublado, más fresco y más húmedo de la zona entre 500 y 1,000 pies de elevación era superior al de la planicie costanera.

Se determinó el tamaño y el tipo de material de vivero más conveniente para la propagación de 12 especies importantes.

El musgo local (*Sphagnum*) resultó ser más satisfactorio para el embalaje que el musgo importado, ahorrándole así anualmente a los viveristas locales varios cientos de dólares.

El trasplante en el vivero de casuarina (*Casuarina equisetifolia* Forst.) demostró producir material de vivero que resulta mejor que las posturas, práctica que ha sido adoptada en todos los viveros.

En los viveros forestales se desarrollaron prácticas satisfactorias de cultivos de protección y de conservación de suelos.

Un total de 194 especies forestales entre nativas y exóticas fueron plantadas experimentalmente para determinar cual era la mejor práctica de siembra y a qué sitio se adaptaba cada cual. Se han descubierto unas 60 relaciones satisfactorias entre especie y medio estacional.

El hallazgo de que roble (*Tabebuia pallida* Miers) es una especie agresiva y colonizante que puede establecerse con éxito mediante el uso de brinzales silvestres, ha reducido a 33 por ciento los costos de reforestación en muchos sitios degradados.

Tomando como base un reconocimiento detallado de 78 plantaciones que incluían 35 especies diferentes en un área de 20,000 acres de tierras forestales públicas, se preparó una guía para la selección de especies, una clasificación de medios estacionales y normas de plantación y conservación de plantaciones en los bosques públicos pero que también se aplican a las tierras forestales privadas. Ese reconocimiento incluía unos 227 estudios diferentes de relación entre especie y medio estacional y la mensura de 33 cuarteles de ensayo temporeros.

Un reconocimiento hecho a requirimiento de la Autoridad de Tierras de Puerto Rico, en 2,600 acres de terrenos forestales de dicha Autoridad, redujo a 10 por ciento el costo de un proyecto de plantación propuesto y dió como resultado el establecimiento con éxito de plantaciones forestales allí donde hacían falta.

Se desarrolló una técnica satisfactoria para la subplantación de las colinas calizas forestadas de la costa norte. La subplantación ha resultado prometedora con 5 especies en varias partes de la isla.

Se ha encontrado que las especies forestales que bajo condiciones ideales logran crecer más espectacularmente, no son adecuadas (con pocas excepciones) para la reforestación en sitios donde es aguda la competencia ofrecida por la vegetación nativa.

La siembra directa fué probada en el caso de 15 especies diferentes. El descubrimiento de que la caoba dominicana (*Swietenia ma-*

hagoni Jacq.) puede establecerse en muchos sitios por medio de la siembra directa ha reducido un 90 por ciento los costos de plantación.

Se introdujeron en Puerto Rico como prueba 71 especies exóticas promisorias.

Como resultado de las investigaciones de la Estación siete nuevas especies entre nativas y exóticas tienen un sitial establecido en plantación forestal en Puerto Rico.

Un lapso de 12 días entre el arranque y la fecha de plantación puede transcurrir sin menoscabo a la supervivencia en el caso de 6 especies, hecho de por sí significativo en la distribuición de arbolitos entre los agricultores.

Se ha estado estudiando el crecimiento de más de 200 especies forestales en plantaciones y en bosques espontáneos. Están en progreso estudios en 77 parcelas permanentes de ensayo, que comprenden un área de unas 65 acres, en los cuales 25,600 árboles han sido rotulados con etiqueta de metal. Se han establecido cuarteles de prueba en terrenos forestales públicos allí donde el sitio y el bosque representan una condición común lo suficientemente uniforme para hacer posible el estudio de factores individuales y la aplicación de resultados en otros sitios. Se hicieron mensuras de crecimiento en seis plantaciones privadas, de edad conocida.

El crecimiento promedio en diámetro de los árboles en el bosque virgen pedemontano era de sólo 0.05 pulgadas por año, lo cual es tan bajo como los bosques vírgenes de la zona templada.

El estudio detallado del crecimiento de los árboles individuales en relación con el micro-ambiente, usando una clasificación de copa adaptada a condiciones locales, indicó que las especies intolerantes, que son las que más rápidamente crecen en campo abierto, crecen más despacio que las especies tolerantes en las condiciones dentro del bosque. En el ambiente de competencia forestal los árboles intolerantes que son dominantes crecen sólo ligeramente más rápido que los árboles dominantes de especies tolerantes y en el subsuelo los árboles tolerantes crecen mucho más rápidamente que los intolerantes. Sin embargo, aún los árboles tolerantes crecen despacio bajo un dosel completamente cerrado.

Se encontró que en todas partes de la isla era lento el crecimiento de los árboles en rodales de más de 100 pies cuadrados de área basimétrica por acre.

El crecimiento en altura de la palma de sierra (*Euterpe globosa* Gaertn.) resultó ser menor de un pie al año, lo cual indica que en realidad esta especie no es un invasor de tan rápido crecimiento como se le atribuía ser y que puede ser eliminada rápidamente mediante cortas de mejora.

Se midieron rendimientos anuales de 1 a 4 cuerdas de madera por acre en 5 tipos forestales diferentes y extensos. Un rodal de brotes de cepa rindió 25 cuerdas de madera por acre 8 años después de una corta.

Se hicieron tablas, expresadas en pies cúbicos, de volumen total y de volumen de tronco de dos tipos forestales.

Se encontró que generalmente una densidad de 60 pies cuadrados en área basimétrica por acre era suficiente para evitar la invasión de la mayoría de los bejucos.

Se prepararon reglas de aplicación general, que han de seguirse en las cortas de mejora forestal y para uso en Puerto Rico tanto en terrenos públicos como privados. Se recomendó una densidad residual de rodal de 80 pies cuadrados de área basimétrica por acre, un punto medio entre el límite mínimo de 60 pies cuadrados necesario para el control de bejucos y el límite máximo de 100 pies cuadrados que conlleva crecimiento forestal rápido.

La iniciación de prácticas forestales comunales en el Bosque Experimental Cambalache mostraron tan grandes potencialidades para un programa semejante, que sirvió como base para los planes actuales del gobierno, con respecto a por lo menos 20,000 acres de terrenos forestales en la costa norte.

La interpretación experimental estereoscópica de aerofotografías demostró que los 4 tipos forestales de las montañas de Luquillo

pueden ser cartografiados como tal con un límite de error de 5 por ciento según pudo cotejarse mediante vuelos bajos y reconocimientos sobre el suelo. Sin embargo, mediante ese método fué imposible diferenciar las especies forestales ni calcular las alturas de los árboles.

Se desarrolló un procedimiento para la clasificación de las tierras aptas para la agricultura, comprendidas dentro de los bosques públicos, el cual se usó como base para las normas vigentes en ambos Servicios Forestales, Insular y Federal.

Para la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe se desarrolló una técnica de determinación de existencias para prorratear entre madera aserrable, madera para postes y volumen de leña y se determinó el coeficiente de variabilidad del rendimiento como una base determinante de la intensidad del inventario de la masa boscosa. Se usaron las recomendaciones de la Estación al efectuar la determinación de existencias de este bosque.

Se determinaron los ciclos de corta para el bosque pluvial tomando como base los estandards de utilización y los datos de crecimiento y se preparó el cómputo anticipado del material a cortarse anualmente, el cual se usa corrientemente en la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe.

ECONOMIA FORESTAL

Un estudio económico-social de las condiciones de vida de 405 familias que viven dentro de los confines de los terrenos forestales públicos indicó que el nivel de vida de esta gente es uno de los más bajos de Puerto Rico. Las áreas que cultivan son por lo general submarginales pero se encontró que los ingresos son mucho mayores en unas áreas que en otras. Se destacaba fielmente el hecho de que estos campesinos dependen de otros empleos fuera de su finca (preferiblemente en el mismo bosque).

PRODUCTOS FORESTALES

Se enviaron a las Universidades de Duke y Yale muestras de madera de seis especies locales importantes para efectuar diversas pruebas y se han publicado informes sobre los resultados.

Se encontró que cuatro especies de calidad inferior servían para cajas y canastas.

Se determinó el peso específico de 109 especies locales.

Se determinó el contenido de humedad (en equilibrio) en Río Piedras, para 84 maderas locales. Se determinó el contenido de humedad de madera verde de 37 maderas diferentes.

Las pruebas sobre la durabilidad nativa de espeques para cercas, de 68 especies diferentes, indican que pocos de éstos continúan servibles al cabo de 18 meses.

Los pilotes de motillo (*Sloanea berteriana* Choisy) sumergidos en el puerto de San Juan se conservaron por lo menos 18 meses.

La casuarina (*Casuarina equisetifolia* Forst) resultó ser propicia al tratamiento de carbolina en baño caliente y frío. Después de ocho horas de tratamiento en caliente y dejándose enfriar luego durante la noche en la solución, el preservativo había penetrado más de una pulgada y los postes que fueron tratados continúan sanos al cabo de 5 años y medio.

Se ha acumulado una colección de maderas de 612 especies forestales tropicales diferentes, incluyendo algunas aportaciones provenientes del Ecuador y la Guayana Holandesa.

Se recopiló toda la literatura disponible y toda la información aún sin imprimir, con respecto a la utilidad de 240 especies forestales de las Montañas de Luquillo y se agruparon las especies por clases según su valor, para propósitos de marqueo y análisis de determinación de existencias.

INFLUENCIAS FORESTALES

Un estudio preliminar efectuado en la altura de las montañas de Luquillo indica que en la zona de bosque enano montano tanto como el 65 por ciento de la lluvia se desliza sobre la superficie, aún bajo la cobertura del bosque virgen.

BOTANICA FORESTAL

Se ha acumulado un herbario de 3,000 especímenes de especies forestales tropicales, incluyendo algunas aportaciones de Costa Rica y el Ecuador.

Se han hecho dibujos a pluma y a lápiz de 300 árboles de Puerto Rico de los cuales se han publicado 100 con sus respectivas descripciones en inglés y en español.

Se extrajo de la Flora de Puerto Rico de Britton y Wilson una clave taxonómica para la identificación de los árboles de Puerto Rico. Una segunda clave para uso en el campo ha sido completada para una tercera parte de las especies.

En los ocho tipos forestales se localizaron áreas de bosque virgen o de bosque relativamente imperturbado, las cuales fueron reservadas como áreas naturales.

Se completó la mensura detallada y la descripción de 3 tipos forestales vírgenes y de uno que no ha sido perturbado por muchos años. Los datos indican la composición y la estructura de esos tipos.

Se ha determinado la composición de bosques secundarios en seis medios estacionales diferentes.

La localización aproximada de los tipos forestales originales de Puerto Rico fué determinada a base de las observaciones de rodales secundarios y de los registros sobre el clima.

Un análisis de los registros climáticos disponibles del área de las Montañas de Luquillo indicó que la transición entre el bosque pedemontano y el bosque enano montano en ese área tiene lugar en la isoterma de 73°F.

INVESTIGACION FORESTAL INTERNACIONAL

El alcance internacional de los problemas forestales tropicales y la aplicabilidad internacional de los métodos para su solución indujeron a que se recomendase que la Estación se trocara en un centro de investigación internacional. Las tierras forestales de Puerto Rico tienen un ambiente similar y contienen muchas de las especies que abundan en los 260,000,000 de acres de terrenos forestales comprendidos en las otras islas de las Indias Occidentales y en la vertiente atlántica de Centro y Sur América. Estas consideraciones han ejercido influencia marcada sobre el programa de la Estación durante los últimos diez años.

Las facilidades en equipo y materiales anteriormente descritas están disponibles para el uso de científicos visitantes. Funcionarios forestales de Trinidad, Guayana Británica, Jamaica, Cuba, Martinica y Guadalupe han hecho extensas visitas a la Estación. Anualmente visitan la Estación un promedio de 9 funcionarios extranjeros.

Bajo la administración general de la Estación se hicieron reconocimientos de los bosques y problemas forestales de Costa Rica, Ecuador, Chile y las Islas Vírgenes. Miembros del personal principal de la Estación participaron en los reconocimientos de Costa Rica, Ecuador y las Islas Vírgenes.

El personal de la Estación participó en una conferencia internacional sobre investigación forestal en el Caribe llevada a cabo en Trinidad y también en otras siete reuniones internacionales para discutir problemas forestales o afines, peculiares de la región.

Se han contestado un total de 420 solicitudes (casi una semanal) pidiendo información, semillas u otras ayudas relacionadas. Durante el pasado año estas peticiones vinieron de 39 países distintos del mundo.

Seis estudiantes de Bolivia, Costa Rica, Cuba, Haití y Venezuela recibieron un total de 13 meses de adiestramiento forestal técnico.

Desde que se estableció la Estación se ha venido distribuyendo gratuitamente el "Caribbean Forester", revista técnica trimestral publicada en inglés, español y francés. Hasta la fecha se han publicado 175 artículos técnicos que incluyen más de 3,000 páginas relativas a descripción forestal, regeneración, selvicultura, ordenación, influencias forestales y utilización forestal. Los artículos provienen o se relacionan con 30 países diferentes. Estos

artículos se traducen en la Estación. El personal de la Estación preparó 49 de esos artículos o sea más de la cuarta parte del total. El fichero de envíos que se renueva anualmente, tiene en la actualidad una matrícula de 726. De este total 413 o sea el 57 por ciento son personas de los 63 países extranjeros que están incluídos en el fichero.

Está en progreso la preparación del glosario inglés-español de terminología forestal. Unos 1800 términos han sido definidos en inglés y 400 de éstos han sido publicados con su equivalente en español.

Un informe de la conferencia de investigación forestal de Trinidad "Forest Research within the Caribbean Area" ha sido traducido al español para su publicación en ese idioma y para una distribución más amplia a cargo de la Comisión del Caribe.

Miembros del personal han hecho visitas oficiales y han estudiado los problemas forestales de Costa Rica, Cuba, Santo Domingo, Ecuador, Guadalupe, Haití, Jamaica, Martinica, México, Perú, Trinidad, Venezuela y las Islas Vírgenes.

ENSEÑANZA FORESTAL

La fase instructiva de las funciones de la Estación incluye una variedad de proyectos que son en sí pequeños pero que representan lo que se cree sea el papel apropiado de la Estación en ese campo, pues son otros los encargados de la responsabilidad más directa como lo es la enseñanza. La importancia de esta función ha ido en aumento.

Se preparó y se distribuyó entre los maestros de la isla una lista de las publicaciones del gobierno que pueden ayudarles en la enseñanza de la ciencia forestal y de la conservación.

La Estación ha preparado 12 artículos para la página de Extensión Agrícola del periódico local sobre el tema general de la ciencia forestal aplicada a la finca.

El personal principal ha participado conjuntamente con el selvicultor de extensión en el adiestramiento en materia forestal en tres conferencias del Club 4-H de toda la isla y en un campamento de jóvenes Adventistas del Séptimo Día.

El personal principal de la Estación ha efectuado 7 conferencias de adiestramiento para agentes del Servicio de Extensión, sobre el tema de la ciencia forestal aplicada a la finca. Las conferencias más recientes, en las cuales estaban incluídos también los técnicos de campo del Servicio de Conservación de Suelos aparecen descritas con mayor detalle en otro sitio de este informe.

Se dió una serie de 3 conferencias y cuatro viajes al campo bajo los auspicios de la Universidad de Puerto Rico para un grupo seleccionado de maestros rurales.

Los miembros del personal de la Estación disertaron sobre ciencia forestal ante el Club de Ciencias del Instituto Politécnico de San Germán ante el Journal Club de Mayagüez, Niños Escuchas, la Sociedad de Agrónomos, la Sociedad Americana de Ciencias Agrícolas y el Garden Club.

El director hizo los arreglos para que cinco graduados de la Universidad de Puerto Rico fuesen a tomar cursos post-graduados en dasonomía en la Universidad de Michigan: cuatro completaron sus cursos, dos de ellos con el grado de Master. Estos hombres han estado ocupados en trabajos de dasonomía pública desde su regreso a Puerto Rico.

La Estación contribuyó a promover que se dedicara a arboreto natural un área en los terrenos del Instituto Politécnico que contenía casi 100 especies forestales nativas diferentes.

EL AÑO PASADO

El año 1949 en la Estación de Experimentación Forestal Tropical está caracterizado principalmente por una expansión de los estudios sobre crecimiento, la terminación del análisis de la determinación de existencias en la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe y la preparación de los resultados de la investigación para usar en la técnica forestal aplicada a la finca.

En el bosque natural y en plantaciones

que se acercaban a la época de su primer aclareo se señalaron 20 cuarteles de crecimiento de ¼ de acre. En otro sitio de este informe, bajo el proyecto pertinente, aparecen los datos sobre la naturaleza de algunos de estos rodales según determinada por las medidas iniciales. Con una sola excepción, la Estación ha establecido cuarteles de crecimiento en todas las plantaciones promisorias dentro de los confines de los bosques públicos de la isla.

La determinación de existencias hecha en 1948 en la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe fué ideada por la Estación para proveer un máximo de información básica de valor en la investigación. Muchos de los datos presentados en este informe relativos a la estructura, la composición y los efectos de las cortas de mejora en el bosque pluvial o higrofítico, se han extraído de los análisis secundarios de las hojas de registro del inventario. Muchos de los hallazgos en estos análisis son básicos para la técnica forestal de este área, sin embargo nunca antes habían estado disponibles.

APLICACION DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION FORESTAL A LA FINCA

El personal de la Estación ha reconocido por mucho tiempo que el problema forestal más crítico de Puerto Rico es el mal uso que se le da a los terrenos forestales privados, los cuales se hayan en su mayoría ubicados dentro de fincas pequeñas. Existe una gran laguna entre los conocimientos y la práctica forestal en los terrenos dentro de las fincas que deben dedicarse a la producción forestal. Ulteriores investigaciones pueden conducir indirectamente a mejores prácticas pero hasta la fecha la investigación sólo ha servido para ensanchar esa laguna. La falta de adelanto en cuanto a poner en práctica las técnicas forestales parece radicar en parte en la trasmisión de los resultados de la investigación a los educadores y a los agentes de extensión que son los encargados de llevar directamente a los terratenientes esos conocimientos, la mayoría de los cuales han sido publicados solamente en artículos técnicos. En la creencia de que la presentación de los resultados de las investigaciones en una forma que se adapte a las necesidades del técnico forma parte de los atributos de la investigación, el personal de la Estación se dirigió a éste para determinar sus problemas y prepararle una guía.

El primer paso fué llevar a cabo una reunión de las agencias de acción del gobierno que se ocupan de las prácticas forestales relativas a la finca, para determinar la naturaleza de los problemas confrontados. Las actas de esa conferencia aparecen publicadas en detalle en un número anterior de esta revista (10: 233-238). En resumen, puede decirse que se probó que existe la necesidad de aplicar las técnicas forestales en gran parte de la superficie de la isla. También era obvio que los hombres de campo de estas agencias carecían casi por completo de información confiable para comunicar al terrateniente. Necesitaban información con respecto a la segregación de pastos y bosques, la identificación de sitios en que es difícil propagar árboles, las especies forestales adaptadas a los diversos sitios, los usos de las especies forestales recomendadas, cómo mejorar y cosechar los arbolados de la finca, los índices de crecimiento de los árboles y los rendimientos en madera que eran de esperarse.

Como resultado de esta conferencia el personal de la Estación emprendió la preparación de una guía técnica de ciencia forestal aplicada a la finca, para ser usada por los técnicos de extensión, basada en toda la información disponible en el presente, la mayor parte de la cual se deriva de estudios en los terrenos forestales públicos. Para afianzar esta base y para ampliar la aplicación de esta guía para uso en toda la isla la Estación planeó un inventario extensivo de los plantíos forestales privados más viejos.

La guía incluye una clasificación de las tierras aptas para el cultivo forestal en las fincas, una lista de las especies que se adaptan, una descripción de los usos de las especies recomendadas, consejos sobre cómo ordenar los arbolados ya establecidos y cálculos sobre el crecimiento de diferentes especies arbóreas. Para explicar esta guía el personal de la Es-

tación reunió a los 151 técnicos de campo del Servicio de Extensión Agrícola y del Servicio de Conservación de Suelos en cuatro cursos de tres días cada uno, los cuales tuvieron lugar en diferentes sitios de la isla. Estos cursos han sido descritos en detalle en esta revista en el Volumen 10: 238-269. En un día de cada curso se les llevó al campo. La reacción a este entrenamiento fué en forma de comentarios que clarificaron aún más la importancia del papel que debe desempeñar la investigación forestal en la dasonomía aplicada a la finca. Específicamente se recomendó mayor investigación en lo siguiente:

1. Ingresos de arbolados en las fincas.
2. Adaptación de especies arbóreas a ciertos sitios secos poco estudiados.
3. Métodos de ordenación del arbolado bajo condiciones que no se han estudiado aún.
4. Tratamiento de maderas locales con preservativo.
5. Conversión de cafetales abandonados en bosques productivos.
6. Especies arbóreas que sirven para sombra del ganado.
7. Métodos simples para la identificación de árboles.
8. Control de insectos y enfermedades en las plantaciones.
9. Control de la erosión en las márgenes de los ríos mediante el uso de árboles.
10. Regeneración de plantaciones viejas de casuarina.
11. Relación entre las fases de la luna y la durabilidad de la madera.

Las investigaciones que pidieron los técnicos de campo se comenzarán tan pronto como haya fondos disponibles. Algunas de ellas ya están en curso. Ha comenzado el reconocimiento de las plantaciones privadas del pasado para determinar las relaciones de especie-sitio. Usando los registros del Servicio de Extensión se ha preparado una lista de más de 300 plantaciones privadas que tienen más de 5 años de edad. Se estudiarán en detalle todas las especies y los sitios incluídos en esa lista y los resultados serán incorporados a la guía tan pronto estén preparados.

RESULTADOS DE LOS TRABAJOS DE PROYECTOS

Los proyectos de investigación formal que han estado en progreso durante el pasado año eran en los ramos de selvicultura, mensura y regeneración. La mayoría de los resultados presentados caen en el primero y último de esos ramos.

SELVICULTURA

La investigación selvicultural según se refiere aquí, trata solamente del bosque natural. Sólo unas pocas plantaciones en Puerto Rico han llegado a la etapa en que su cuidado no esté vinculado con su establecimiento. Los estudios sobre aclareos y demás técnica subsiguiente a la plantación han sido informados bajo el tópico de "Regeneración". Se ha presentado un gran cúmulo de información describiendo el bosque de la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe. Estos datos se derivan del análisis de un inventario reciente de 11,000 acres en ese área. Estos comprenden tres tipos forestales: el tipo tabonuco (bosque pluvial pedemontano) que se encuentra entre 400 y 1,800 pies de elevación; el tipo colorado (bosque enano) en las laderas y valles húmedos y mal drenados, sobre los 1,800 pies y el tipo de palma, confinado a los cursos de agua y a las laderas rocosas e inclinadas, sobre los 1,500 pies.

Las investigaciones selviculturales descritas tratan de dos campos distintos: (1) silvica o sea el estudio de la relación entre árboles y bosque con su medio ambiente y (2) la mejora de rodales.

La Complejidad y la Heterogeneidad del Bosque Mixto Hace más Complicada la Investigación

Los numerosos informes sobre los bosques tropicales han señalado lo dispersos que se encuentran los árboles grandes y valiosos. Los análisis de los datos de los cuarteles de in-

ventario de la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe han provisto una medida de la dispersión de las especies individuales en los bosques vírgenes de Puerto Rico que en este respecto pueden ser muy similares a los bosques mixtos de otros sitios en la América tropical.

En los tipos tabonuco, colorado y palma se analizaron 40 cuarteles de ¼ de acre. Se determinó el número de especies por cuartel así como también para diferentes combinaciones de cuarteles, para indicar el número de especies por unidad de superficie. Este método tiende a exagerar ligeramente el número de especies ya que los cuarteles no eran contiguos pero es sin embargo un indicador valioso. En la tabla núm. 1 aparecen los datos.

Volviendo a analizar los datos para determinar en que porcentaje de los 40 cuarteles se encontraba cada especie se encontraron los resultados que aparecen en la tabla núm. 2.

Estas tablas indican que a pesar del gran número de especies presentes en el bosque sólo 3 o 4 de ellas pueden encontrarse en cuatro de cada cinco cuarteles de ¼ de acre, tomados al azar. Sólo cerca de 10 especies serían comunes al 50 por ciento de los cuarteles. Es obvia la implicación con respecto a la corrección que habría al aplicar los resultados de la investigación de un área a otra sin tomar en cuenta las diferencias en composición.

El Incremento en los Bosques Pluriales Vírgenes es Bajo

Se asume que a la larga el incremento de un bosque virgen es igual a las pérdidas por mortalidad. En Puerto Rico, donde los hura-

TABLA 1.—NUMERO DE ESPECIES POR UNIDAD DE SUPERFICIE EN EL BOSQUE DE LUQUILLO

Número de Cuarteles de ¼ de acre	Area Correspondiente	Número de Especies		
		Tipo Tabonuco	Tipo Colorado	Tipo Palma
Núm.	Acres	Núm.	Núm.	Núm.
1	0.25	17	13	17
2	0.50	25	18	24
4	1.00	33	23	31
8	2.00	46	29	39
20	5.00	60	40	54
40	10.00	73	51	63

TABLA 2.—CONSTANCIA DE LAS ESPECIES ARBOREAS EN EL BOSQUE DE LUQUILLO

Por Ciento de cuarteles en donde se encontraba	Número de Especies		
	Tipo Tabonuco	Tipo Colorado	Tipo Palma
%	Núm.	Núm.	Núm.
81 - 100	3	4	4
61 - 80	4	4	5
41 - 60	7	3	8
21 - 40	15	6	11
2.5 - 20	44	34	36
0 - 2.5 1/	95	2/	2/

1/ Presentes en el tipo pero en ninguno de los 40 cuarteles.

2/ No estaban disponibles los datos.

canes causan ocasionalmente una mortalidad catastrófica, es de esperarse que en los rodales vírgenes el incremento neto tenga lugar entre huracanes. La primera indicación de la magnitud de este incremento se obtuvo en cinco cuarteles de un acre en la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe. Los datos basados en un período de tres años en el Cuartel TS-1 y en un período de 2 años en los demás, aparecen en la siguiente tabla. El período es corto pero se presentan los datos porque proveen las primeras indicaciones sobre crecimiento en estos tipos. Puede verse que el incremento es menor de una cuerda de madera (80 pies cúbicos) por acre por año.

Las Especies Tolerantes Sobrepasan a las Intolerantes en el Bosque Pluvial Virgen

La determinación del crecimiento en diámetro en el bosque tropical se hace más complicada debido a la ausencia o desconocimiento de periodicidad de los anillos de crecimiento de los árboles. La única fuente confiable de información de esa índole es mediante cuarteles permanentes en los cuales cada árbol se marca de tal manera que puede volverse a identificar para la repetición de la mensura. El bosque pluvial tropical es tan heterogéneo que los cuarteles generalmente contienen pocos árboles de una sola especie cualquiera. El promedio de los datos de crecimiento de los árboles de todas las especies por clases diamétricas o por clases de copa, debido a la heterogeneidad de la mezcla, puede no ser representativo de ninguna otra área del bosque y de todas maneras, no sirve para evaluar especies individuales.

La re-medición de 5,800 árboles marcados con etiqueta de metal en 9 cuarteles en la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe ha comenzado a indicar el índice relativo de crecimiento en diámetro de algunas de las especies más prominentes en el bosque pluvial virgen. Estos datos, el 80 por ciento de los cuales están basados en medidas de cada 2 años y el 20 por ciento en medidas de cada 6 años aparecen en la siguiente tabla. Estos datos incluyen árboles de todos tamaños desde 2 pulgadas en adelante pero son inadecuados para segregarse por clases de tamaño o copa.

El discrimen natural contra las especies intolerantes en el clímax forestal aparece indicado por la posición relativa en la lista de *Tabebuia pallida*, *Linociera domingensis* y *Didymopanax morototoni*. Estas especies, todas relativamente intolerantes y que tienden a servir ecológicamente como primeras colonizantes bajo ciertas circunstancias, crecen más rápidamente en sitio abierto que *Manilkara nitida*, *Dacryodes excelsa* y *Sloanea berteriana*. El crecimiento más lento del tipo colorado refleja la inferioridad del medio estacional donde está creciendo.

El Roble se Desarrolla Rápidamente

El roble, *Tabebuia pallida* Miers, ha sido recomendado como una especie agresiva e invasora, que debe plantarse en fincas abandonadas. La evidencia de su capacidad para cu-

TABLA 3.—INCREMENTO Y MORTALIDAD POR ACRE EN EL BOSQUE PLUVIAL VIRGEN

Cuartel	Tipo Forestal	Area basimétrica Inicial	Volumen Inicial	Incremento Bruto Anual	Mortalidad Anual	Incremento Anual Neto
		Pies ^{2}	Pies ^{3}	Pies ^{3}	Pies ^{3}	Pies ^{3}
TS-1	Tabonuco	191	4,620	59	15	44
TS-2	Tabonuco	189	4,460	33	7	26
TS-3	Tabonuco	181	4,120	45	14	31
CS-3	Colorado	169	2,850	33	12	21
CV-2	Colorado	104	1,680	9	5	4

TABLA 4.—CRECIMIENTO EN DIAMETRO DE ARBOLES MAS COMUNES EN EL BOSQUE PLUVIAL VIRGEN

Tipo y Especies	Número de Arboles Medidos	Crecimiento Anual Promedio en DAP
	Núm.	Pulgadas
Tipo Tabonuco		
Ormosia krugii Urban	41	0.26
Manilkara nitida (Sessé & Moc.) Dubard	40	0.20
Dacryodes excelsa Vahl	131	0.18
Sloanea berteriana Choisy	61	0.18
Tabebuia pallida Miers	106	0.15
Linociera domingensis (Lam.) Knobl.	37	0.14
Didymopanax morototoni (Aubl.) Dcne.	54	0.13
Tipo Colorado		
Micropholis chrysophylloides Pierre	139	0.07
Micropholis garcinifolia Pierre	213	0.04
Calycogonium squamulosum Cogn.	143	0.04
Ocotea spathulata Mez	41	0.04
Magnolia splendens Urban	38	0.04

brir rápidamente tales sitios puede verse en medidas tomadas en dos cuarteles de un rodal espontáneo en una ladera de las faldas de las Montañas de Luquillo. Los datos, incluyendo todos los árboles de 1 pulgada de d.a.p. en adelante aparecen en la tabla núm. 5.

Brotes de Cepa de Mangle Joven se Aproximan al Estancamiento

Después de la corta uniforme los manglares forman brotes de cepa muy densos. La rapidez con que se forman esos rodales nos había hecho conjeturar que estos árboles crecían con mucha rapidez. Fué posible medir el desarrollo gradual de los brotes o renuevos de cepa de mangle blanco (*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.) mediante el establecimiento en 1938 de cuarteles de ensayo permanentes, de ¼ de acre en un rodal en Piñones (Bosque Insular de San Juan). Los datos de todos los árboles de 4.5 pies o más de altura aparecen en la tabla núm. 6.

TABLA 5.—CRECIMIENTO DEL ROBLE POR CADA ACRE DE SUPERFICIE

Cuartel	Núm. de Arboles		D.A.P. Promedio		Area Basimétrica	
	1938	1949	1938	1949	1938	1949
	Núm.	Núm.	Pulgadas	Pulgadas	Pies ^{2}	Pies ^{2}
5	870	980	2.6	4.5	32	109
5'	780	1,100	3.2	4.4	42	116

TABLA 6.—DESARROLLO DEL RODAL DE MANGLE (1938-49)

Cuartel	Núm. de árboles por acre		Diámetro Promedio		Area basimétrica por acre	
	1938	1949	1938	1949	1938	1949
	Núm.	Núm.	Pulgadas	Pulgadas	Pies ^{2}	Pies ^{2}
A	15,600	9,730	1.0	1.7	86	148
B	21,100	19,500	0.6	1.3	46	170
C	16,900	11,000	0.8	1.6	66	147
E	13,600	9,000	1.0	1.7	82	148

Las áreas basimétricas indicadas en la tabla son más altas que aquellas conocidas para cualquier bosque de la altura, de tamaño comparable. Hay indicios de que este rodal está virtualmente estancado. El crecimiento promedio en diámetro durante 11 años, basado en la medición de 3,075 árboles ha sido solamente de 0.7 pulgadas. El dosel es tan uniforme que muy pocos son los árboles que se ven netamente dominantes. No hay semillones en el suelo. La mortalidad de los árboles debida aparentemente en su mayor parte a un escarabajo (*Chrysobothris tranquebarica* Gomelin) y a un barrenador (*Psychonocteca personalis* Grote) ha sido elevada, sin embargo, el incremento en área basimétrica ha sido rápido también. Es aparente que en rodales densos de cepa de mangle blanco hay una tremenda pérdida de capacidad del medio al usarse en desarrollar miles de árboles que luego habrán de morir antes de que el rodal sea aprovechable. La gran uniformidad en el tamaño de los árboles origina una intensa competencia que es costosa en términos de crecimiento en diámetro de los árboles que sobreviven.

Los Resultados de las Cortas de Mejora Varían en el Bosque Montano

Las reglas de corta en el Bosque Nacional Caribe están encaminadas primordialmente a lograr un rodal residual óptimo. No fué hasta recientemente que hubo medida de los resultados de tales cortas, tomando como base el área. Los análisis de hojas de registro de medidas de lo "cortado y lo dejado" en un inventario reciente muestran generalmente los resultados de las cortas de mejora. Los datos fueron analizados en 59 cuarteles de ¼ de acre en el tipo tabonuco y de 47 cuarteles en el tipo colorado, todos en la División de Luquillo. Los datos incluyen todos los árboles de 4 pulgadas de d.a.p. en adelante.

Se cree que el área basimétrica óptima es alrededor de 80 pies cuadrados por acre para ambos tipos. No es posible lograr esta condición con una sola corta. Los rodales que en el presente tienen un promedio de 80 pies cuadrados o menos, contienen generalmente dense-

TABLA 7.—AREA BASIMETRICA POR ACRE ANTES Y DESPUES DE LA CORTA EN EL BOSQUE MONTANO

Area Basimétrica Antes de la Corta	Area Basimétrica Después de la Corta	
	Tipo Colorado	Tipo Tabonuco
Pies 2	Pies 2	Pies 2
40	33	31
80	60	54
120	84	74
160	102	92
200	116	105
300	138	126

sos grupos dispersos de árboles jóvenes, que necesitan aclareo. Los rodales muy densos y viejos raras veces tienen reproducción adecuada de manera que se les debe dejar un área basimétrica en exceso para proteger el medio estacional y como fuente de semilla.

El Bosque de Luquillo aún Contiene en su Mayoría Madera Menuda Después de su Primera Corta de Mejora

Un objetivo de la política de corta en el Bosque Nacional Caribe es aumentar la producción de madera de sierra y de postes. Estos productos más valiosos sólo componen una pequeña porción del volumen total de los rodales actuales. La composición de los rodales residuales en la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe aparece en la siguiente tabla basada en todos los árboles de 4 pulgadas de d.a.p. o más en 80 cuarteles de ¼ de acre en el tipo tabonuco y 30 en el tipo colorado.

TABLA 8.—VOLUMEN DE RODALES RESIDUALES POR PRODUCTOS

Tipo Forestal	Volumen Cúbico - Porcentaje		
	Madera Aserrable	Postes	Leña
	%	%	%
Tabonuco	24	19	57
Colorado	23	23	54

El alto porcentaje de leña es inevitable ya que parte de ésta proviene de ramas que se

utilizan para hacer carbón hasta el punto de 1 pulgada de circunferencia. Sin embargo, es lo cierto que los porcentajes del volumen de madera aserrable y postes pueden aumentarse en las cortas futuras ya que cada vez se van eliminando los árboles de mala forma o de especies inferiores.

Las Cortas de Mejora Remueven ¼ y ⅓ Parte del Volumen en el Bosque Montano

La manifestación de los efectos de las cortas de mejora en términos de área basimétrica no nos muestra el rendimiento. Por lo tanto, cuando se prepararon tablas de volumen, los datos de inventario en cuanto a árboles a cortarse y a dejarse en la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe pudieron ser expresados en términos de volumen. Estos datos, basados en 572 cuarteles de ¼ de acre en el tipo tabonuco y 171 cuarteles en el tipo colorado fueron analizados y aparecen en la siguiente tabla.

TABLA 9.—EFECTO DE LA CORTA SOBRE EL VOLUMEN POR ACRE

Area Basimétrica Total	Volumen a Cortar	Volumen a Dejar	Por Ciento a Cortar
Pies ^{2}	Pies ^{3}	Pies ^{3}	%
	Tipo Tabonuco		
40	120	600	17
80	380	1,200	25
120	720	1,800	28
160	1,200	2,500	32
200	1,700	3,200	35
300	4,400	4,300	51
	Tipo Colorado		
40	90	390	19
80	300	700	30
120	580	1,100	35
160	910	1,400	39
200	1,300	1,900	41
300	2,300	3,100	42

En el tipo colorado la corta es menor en por ciento así como en volumen. Eso se debe en gran parte a la escasez de reproducción en ese tipo, hecho por el cual no son sabias cortas más intensas. Como los rodales tienen un promedio entre 70 y 140 pies de área basimétrica por acre, la corta remueve de una cuarta parte a una tercera parte del volumen.

La Técnica Selvicultural Triplica el Crecimiento en Diámetro en el Bosque de Luquillo.

Una medida de la efectividad de la selvicultura es el grado en que la técnica aumenta el crecimiento del árbol en comparación con con el proceso de la naturaleza. La primera indicación de esta índole, aquella de crecimiento en rodales mejorados, comparados con el bosque virgen puede verse en medidas de cada 2 años en cuarteles de tipo tabonuco de la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe. En la tabla núm. 10 se ha comparado el crecimiento de todos los árboles de 4 pulgadas o más de d.a.p. en dos cuarteles vírgenes de un acre y en dos cuarteles mejorados de ½ acre.

El área basimétrica promedio por acre en el bosque virgen era de 185 pies cuadrados y en el bosque aprovechado de 79 pies cuadrados. El bosque aprovechado tenía en su totalidad un 4 por ciento más de árboles que el bosque virgen. El aprovechado sólo tenía un 58 por ciento de los árboles dominantes y codominantes que tenía el bosque virgen y sólo el 55 por ciento de los árboles dominados pero más del doble de los árboles intermedios. Estos árboles intermedios en el bosque aprovechado están creciendo con más del doble de la rapidez con que están creciendo los dominantes y codominantes del rodal virgen. En el bosque virgen los dominantes crecen más despacio que los codominantes e intermedios, porque ese primer grupo incluye muchos árboles extramaduros y en franca decadencia.

La Reproducción Natural Reacciona Rápidamente a las Cortas de Mejora

Las cortas de mejora han sido recomendadas generalmente como una práctica a seguir en la ordenación de los arbolados de la finca,

TABLA 10.—CRECIMIENTO ANUAL EN DIAMETRO EN BOSQUES VIRGENES Y EN BOSQUES MEJORADOS

Clase según la copa	Bosque Virgen		Bosque Aprovechado	
	Base (dos acres)	Crecimiento Promedio	Base (un acre)	Crecimiento Promedio
	Núm. de árboles	Pulgadas	Núm. de árboles	Pulgadas
Dominante	78	0.06	17	0.26
Codominante	113	0.08	38	0.25
Intermedio	505	0.07	548	0.17
Dominado	1,012	0.04	281	0.10
Total	1,708		884	
Promedio ponderado		0.05		0.15

pero no se contaba con casi ningún dato local que mostrase los efectos de tales cortas. Una segunda determinación de existencias de un par de cuarteles de 2 acres en el Bosque Experimental de Saint Just indica el compás de mejora durante 6 años. Al comenzar este período ambos cuarteles tenían un rodal de brotes de cepa, denso, cubierto de bejucos, joven y mixto. El cuartel 2 fué sometido a cortas de mejora tendientes a eliminar los bejucos y las especies forestales que no sirvieran para empalizadas. Todo el material cortado se usó para postes y leña. El cuartel 3 se dejó como testigo. Los resultados aparecen en la tabla núm. 11.

La tabla indica claramente la rápida reducción en el número de árboles en el rodal aprovechado en comparación con el rodal testigo. La menor competencia contribuyó al rápido crecimiento en diámetro. Igualmente significativo es el aumento en representación de las mejores especies. No sólo ha aumentado su representación 50 por ciento en el Cuartel 2 sino que aumentará otra vez rápidamente cuando se corten alrededor de 500 espeques por acre en el año venidero. El cuartel 3, por el contrario, está aún casi impenetrable y pocos árboles han llegado al tamaño útil para espeques. Muchos de éstos han sido deformados por los bejucos.

MENSURA

La investigación sobre mensura durante

TABLA 11.—DESARROLLO DEL RODAL POR ACRE[1]

Cuartel	1942	1948
Cuartel 2		
Número de árboles	8,100	2,990
D.A.P. Promedio, en pulgadas	0.8	2.1
Area basimétrica en pies cuadrados	26.8	71.9
Representación de las mejores especies[2], por ciento	54	72
Cuartel 3		
Número de árboles	5,490	4,980
D.A.P. Promedio, en pulgadas	0.8	1.5
Area basimétrica en pies cuadrados	16.9	61.8
Representación de las mejores especies[2], por ciento	53	56

1/ Todos los árboles de 4.5 pies o más de altura.

2/ Para empalizadas.

el pasado año ha sido principalmente el uso de tablas de volumen recientemente construídas, aplicadas a los datos de cuarteles de prueba. La mayoría de los resultados no están disponibles aún.

Tablas de Volumen Preparadas para Estudios de Cuarteles

Al completar las tablas de volumen cúbico total para los tipos tabonuco y colorado de la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe se hace posible por primera vez expresar el crecimiento del árbol y del cuartel en términos de volumen cúbico. Esas tablas, basadas en el d.a.p. y en la altura total de los árboles comprenden todo el volumen de tronco y ramas hasta el punto límite de 1 pulgada de circunferencia. Para aplicarse a anteriores datos de cuarteles donde no se habían medido las alturas o donde las repetidas medidas de altura se dificultan por la densidad del dosel se prepararon tablas adicionales, basadas en el promedio por curva de las alturas en cada clase diamétrica. Estas alturas promedio se tomaron a base de 1,166 árboles en el tipo tabonuco y 878 árboles en el tipo colorado, distribuídos en todo el área de las Montañas de Luquillo.

El Bosque de Luquillo Contiene ⅔ del Número Original de Arboles

Los bosques de Puerto Rico tienen hoy día un área tan limitada y han sido tan modificados por la corta que es difícil generalmente establecer una relación entre las condiciones actuales y aquellas del bosque virgen. Sin embargo, se proveyó una indicación al comparar tablas de rodales vírgenes y de rodales aprovechados, las cuales fueron preparadas como resultado de un inventario recientemente efectuado en la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe. Este área, la mayoría de la cual fué una vez de propiedad privada, fué intensamente entrecortada o aprovechada años atrás. Usando como base los datos de rodales vírgenes provenientes de 40 cuarteles de ¼ de acre en cada tipo, se determinó el por ciento del número original de árboles comprendido en clases diamétricas amplias, usando tablas de rodales promedio basadas en 691 cuarteles de ¼ de acre en el tipo tabonuco y 178 cuarteles en el tipo colorado. Estos datos aparecen en la tabla 12.

TABLA 12.—NUMERO DE ARBOLES EN RODALES APROVECHADOS, EN COMPARACION CON EL NUMERO DE ARBOLES EN RODALES VIRGENES

D. A.P.	Por ciento del Número de Arboles Restantes del Bosque Virgen	
	Tipo Tabonuco	Tipo Colorado
Pulgadas	%	%
4-6	62	71
8-10	64	79
12-18	42	66
20	20	56
Promedio Ponderado	58	71

NUMERO DE ARBOLES EN RODALES VIRGENES

Esta tabla indica claramente que la corta fué más intensa en el bosque del tipo tabonuco (más asequible y más valioso) que en el tipo colorado. También puede verse la corta más intensa en los árboles grandes que en los árboles pequeños. La reducción en masa forestal resultante de la corta ha aumentado el crecimiento individual de los árboles, pero como se extrajeron los mejores árboles ha aumentado la representación de las especies inferiores.

El Volumen del Bosque de Luquillo Calculado a Base del Area Basimétrica

Por no haber tablas de volumen en el pasado no había sido posible expresar la densidad forestal en términos que no fuesen en área basimétrica. Los recientes inventarios y la preparación de tablas de volumen han suministrado datos que hacen posible una comparación directa del área basimétrica y el volumen cúbico total. Usando 4 pulgadas como el límite inferior de diámetro e incluyendo todas las ramas hasta el punto de 1 pulgada de circunferencia, se encontró que la relación que existe en los rodales actuales es casi linear

para los tipos tabonuco y colorado de la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe y que el historial del rodal no afectaba grandemente esta relación entre área basimétrica y volumen. Las curvas basadas respectivamente en 111 y 54 cuarteles de ¼ de acre mostraron la relación que aparece en la tabla 13.

TABLA 13.—RELACION AREA BASIMETRICA POR ACRE CONTRA VOLUMEN POR ACRE EN EL BOSQUE DE LUQUILLO

Area Basimétrica	Volumen	
	Tipo Tabonuco	Tipo Colorado
$Pies^2$	$Pies^3$	$Pies^3$
40	720	480
80	1,600	1,000
120	2,500	1,600
160	3,600	2,300
200	4,900	3,200
300	8,700	5,400

REGENERACION

Los estudios sobre regeneración que se informan aquí adentran en el campo de la silvica ya que se relacionan grandemente con el desarrollo de plantaciones establecidas. Durante este año se hicieron relativamente pocas plantaciones nuevas y los resultados de éstas no son aún concluyentes.

Se Estudiaron las Semillas de Varias Especies

Se encontró que las semillas de maricao (*Byrsonima spicata* (Cav.) Rich.) tenían una viabilidad de 75 por ciento al cabo de 2 años de almacenaje a temperatura ordinaria. La maduración retardada se prolonga por varios meses en esta especie y la viabilidad subsiguiente es aparentemente prolongada. Una especie afin, la aceituna (*Byrsonima cuneata* (Turcz) P. Wilson) germinó un 10 por ciento al cabo de 4 años de almacenaje. La semilla fresca no germinó.

Según estudios recientes, la germinación de semillas frescas de canelillo (*Acrodiclidium salicifolium* W. Grison) y aceitillo (*Zanthoxylum flavum* Vahl) fué menos del 5 por ciento. Las semillas aparentemente estaban sanas y no se veían atacadas por insectos, de manera que este resultado puede que indique una característica natural de estas especies.

Se Necesita Enmendar los Suelos para Proteger Gimnospermas

La propagación de pinos (*Pinus caribaea* Morelet, *P. tropicalis* Morelet, *P. rigida* Mill var., *serotina* (Michx.) Loud y *P. virginiana* Miller) ha resultado difícil debido aparentemente a deficiencias en el suelo. El crecimiento es lento y el material que se produce es de desarrollo pobre. Las pruebas que se han hecho, previo asesoramiento del Profesor Earl Stone del Departamento de Suelos de la Universidad de Cornell, incluyen intensas aplicaciones de superfosfato de calcio a las plántulas de estas especies en el vivero y a las nuevas siembras de vivero de *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murr.) Parl. *Picea sitchensis* Trault & Mez y *Sequoia sempervirens* Endl.

Continúa la Mortandad de "Pinus caribaea"

Las plantaciones de pino "slash" (*Pinus caribaea* Morelet) en 8 sitios diferentes de la isla, que el año pasado se informaron como en estado de fracaso, están desapareciendo gradualmente, debido aparentemente a deficiencias en el suelo. Los árboles han crecido solamente unas 3-6 pulgadas durante los dos años que han transcurrido después de la siembra. Están ahilados y las acículas más viejas están amarillas. Se están haciendo intensas aplicaciones de superfosfato de calcio como un esfuerzo para salvar algunos árboles para futura observación. Si este tratamiento fracasa se tratará en el futuro de inocular el material de vivero con micorrizas.

No ha cambiado el Status del Cedro

Repetidas observaciones en subplantaciones recientes de cedro (*Cedrela* spp.) muestran un desarrollo satisfactorio en algunas áreas pero sólo resultados regulares en las demás.

Cedrela mexicana Roem.— Una plantación saludable y bien establecida de esta es-

pecie está situada a cerca de 1,500 pies de elevación en un suelo pobremente drenado y con una precipitación anual de 120 pulgadas (Bosque de Luquillo). Esta plantación que ya tiene 13 años de edad tiene un promedio de 3.5 pulgadas de diámetro y cerca de 20 pies de altura. Los árboles dominantes están creciendo a razón de 0.63 pulgadas de diámetro anualmente; los codominantes a razón de 0.42. Los mejores árboles se encuentran a lo largo de los cursos de agua.

Una subplantación de 6 años de esta especie está situada a cerca de 200 pies de elevación en una ladera bien drenada, con cerca de 70 pulgadas de precipitación anual (Bosque Experimental de St. Just). Encima de cada arbolito se ha conservado un claro en el dosel. La altura promedio es alrededor de 8 pies y el árbol más grande acaba de llegar al estrato de copa, a una altura de 25 pies. La forma de los árboles es buena a pesar de los repetidos ataques del barrenador de renuevos. El crecimiento es más rápido que el de un plantío adyacente de *C. odorata*.

Cedrela odorata L.—Una plantación de condición regular está localizada a cerca de 3,000 pies de elevación en las montañas centrales (Bosque Insular de Guilarte) en un ladera bien drenada que recibe una precipitación de 110 pulgadas anuales. Los árboles fueron plantados en un matorral bajo que les proveyó muy poca sombra. Al cabo de 3 años la altura promedio es de 3 pies y han sufrido un ataque severo del taladrador de renuevos. Los árboles parecen estar compitiendo con éxito con los yerbajos.

Una subplantación en un sitio similar (Bosque de Toro Negro) se hizo mediante siembra en montículos, para mejorar el drenaje. Los árboles medran y tienen una altura promedio de 3 pies al cabo de 4 años.

Una subplantación saludable está situada en la falda de la ladera de una colina caliza a una elevación de alrededor de 500 pies y la cual recibe unas 80 pulgadas de precipitación anual (Bosque Insular de Río Abajo). Estos árboles que ahora cuentan 5 años de edad tienen un promedio de seis pies de altura, con un máximo de altura de 10 pies. Los árboles han pasado por una etapa de estancamiento en el crecimiento después del primer año, pero ahora están creciendo más rápidamente.

Una subplantación de 3 años casi al nivel del mar en una ladera caliza (Bosque Experimental Cambalache) que tiene unas 60 pulgadas de precipitación anual casi ha desaparecido debido a la sequía. Los árboles que quedan no han crecido nada desde que se plantaron.

Una subplantación muy prometedora está situada cerca de una plantación de 13 años de *C. mexicana* que ya describimos, pero sobre un suelo granítico muy bien drenado. Después de 4 años la altura promedio es de 3 pies con un máximo de 12 pies. Los árboles, que están creciendo bajo una sombra de plátanos, tienen un color excelente.

Cedrela toona Roxb.—Una subplantación excelente está situada cerca del nivel del mar en la base de una colina caliza que recibe unas 60 pulgadas de precipitación anual (Bosque Experimental Cambalache). Al cabo de 4 años los árboles tienen una altura promedio de 6 pies y el más alto mide 10 pies.

Una subplantación en montículos situada a 3,000 pies de elevación, con una precipitación alrededor de 110 pulgadas al año (Bosque de Toro Negro) tiene una apariencia más vigorosa que una plantación adyacente de *C. odorata*. Los árboles de tres años tienen una altura promedio de 4 pies.

Una subplantación a cerca de 1,500 pies de elevación en un suelo granítico suelto y con una precipitación anual de 120 pulgadas (Bosque de Luquillo) ofrece claros indicios de reacción a la luz. Este medio está sujeto a mayor nebulosidad que los demás. Al cabo de tres años la altura promedio es de alrededor de 6 pies, con un máximo de 12 pies. Los árboles más grandes están en sitios donde existen claros de por lo menos 10 pies de diámetro en el dosel.

En todas esas plantaciones el crecimiento del cedro es lento. Esto se debe en parte probablemente a la intolerancia de la especie. Sin embargo, la variabilidad del crecimiento

individual no está generalmente relacionada estrechamente con la luz. Es posible que estos árboles estén atravesando un período de crecimiento de la raíz o un ajuste al medio como es característico de una especie afin, la caoba de Honduras.

Primavera Logra un Rápido Crecimiento Inicial en Catalina

Primavera (*Tabebuia donnell-smithii* Rose), una especie de la América Central que produce una excelente madera de ebanistería fué introducida en Puerto Rico en escala experimental teniendo en mente la adaptabilidad de otras especies de ese mismo género. Un plantío pequeño efectuado a 500 pies de elevación donde hay una precipitación anual de 110 pulgadas (vivero de Catalina) ha alcanzado una altura promedio de 10 pies y algunos árboles tienen 3 pulgadas de diámetro dos años después de la plantación. Otra plantación de 2 años cerca del nivel del mar en la zona caliza con precipitación de alrededor de 60 pulgadas al año (Bosque Experimental Cambalache) ha crecido más lentamente con un promedio en altura de 5 pies.

El Bambú Crece Despacio a Gran Elevación

El bambú que el año pasado se informó como un posible sustituto del bosque pluvial montano en sitios adversos, no ha continuado desarrollándose tan satisfactoriamente como se había indicado previamente. Una plantación de *Bambusa longispiculata* Gamble ex Brandis, *B. tulda* Roxb. y *B. tuldoides* Munro en un sitio húmedo a 2,500 pies de elevación (Bosque de Luquillo) ha tomado 2 años para llegar a un tamaño comparable a las plantaciones de 6 meses a menor elevación. El follaje tiene un color amarillo y las plantas más altas sólo tienen 15 pies de altura. Más serio aún que el lento crecimiento en sí, sin embargo, es el reducido diámetro de los tallos, el mayor de los cuales tiene hoy solamente 1 pulgada. Aún después del engrosamiento normal de los tallos con el desarrollo futuro es dudoso que puedan compararse en tamaño con los tallos de estas plantas en otros sitios.

El Mahoe Sufre Daños por Efectos del Viento

El mahoe, (*Hibiscus elatus* Sw.) una especie buena para ebanistería, nativa de Jamaica y Cuba, fué introducida en Puerto Rico hace 5 años para hacer siembras experimentales. Su desarrollo hasta la fecha es superior a aquel de especies nativas afines como maga (*Montezuma speciosissima* Sessé & Moc.). En laderas calizas con una precipitación anual de 60 a 80 pulgadas (Bosques Experimentales Insulares Cambalache y Río Abajo) los árboles más grandes tienen 3 pulgadas de diámetro y 35 pies de altura al cabo de 4½ años después de la siembra y algunos están florecidos. Además, el árbol no produce ramas epicórmicas tan profusamente como la maga. Durante una ventolera que tuvo lugar recientemente, sin embargo, algunos de los árboles más grandes y más expuestos se torcieron o cayeron. Sufrieron más que ninguna otra de las especies adyacentes lo cual indica que el mahoe puede que necesite la protección de un dosel o cubierta leve hasta que se forme el bolo.

Casuarina lepidophloia Atacada por Ulceraciones

Casuarina lepidophloia F. v. M. (?), una especie que ha sido considerada como más prometedora que la común *Casuarina equisetifolia* Forst debido a su mejor forma, más rápido crecimiento y reproducción por sierpes, ha sido atacada por lo que aparentemente es una ulceración bacteriana. Los árboles de alrededor de 3 pies de altura sufren ataques en la base de las ramas y en otros sitios del bolo. El ataque se caracteriza por engrosamiento del tallo, cese en el crecimiento en altura y deformación de las acículas. Los árboles enfermos se encuentran dispersos entre los ejemplares sanos que han crecido normalmente hasta un tamaño mayor. Se harán esfuerzos por identificar el agente patógeno y determinar la importancia de la enfermedad. Los árboles enfermos se encuentran en dos medios estacionales de la costa norte (60-120 pulgadas de precipitación) donde las plantaciones previas han logrado un desarrollo excelente.

El Guaraguao se Adapta a la Subplantación

El guaraguao (*Guarea trichilioides* L.) una madera nativa de ebanistería de casi todo Puerto Rico no ha sido plantada extensamente. En subplantaciones a una elevación de 3,000 pies donde la precipitación anual es de 110 pulgadas (Bosque de Toro Negro y Bosque Insular de Guilarte) esta especie es capaz de lograr una elevada supervivencia. Se adapta mejor que la caoba de Honduras a los suelos arcillosos pesados, en áreas húmedas y está exenta de plagas y enfermedades. Su madera es de excelente calidad, de igual a igual con la caoba en la resistencia al ataque de los termes. El crecimiento en altura es lento al principio, los árboles de 3 años tienen un promedio de 3 pies de altura, pero el crecimiento acelera después de un período de "ajuste", característica evidente de otras meliáceas como cedro y caoba.

Plantaciones de Zanthoxylum flavum Crecen Despacio

Zanthoxylum flavum Vahl es una de las maderas más valiosas de las Indias Occidentales. En Puerto Rico virtualmente toda la madera aserrable de esta especie ha desaparecido hace tiempo. Los esfuerzos por propagarla han quedado frustrados por el ataque de un gorgojo que destruye la semilla. Sin embargo, en 1938 se estableció una pequeña plantación en un abra en el Bosque Insular de Guajataca en la zona caliza de la costa norte (precipitación alrededor de 80 pulgadas al año). Re-examinando esta plantación se encontró que los árboles tienen un promedio de sólo 2.5 pulgadas de d.a.p. al cabo de once años. Sus copas son pequeñas y la plantación probablemente no dominará al resto de la vegetación por muchos años aún. Debido a la mala calidad de la semilla se está tratando la propagación en un sitio más seco, mediante el uso de brinzales.

Dos Especies Costaneras Crecen Bien en la Montaña

La maría (*Calophylium antillanum* (Jacq.) Britt.) y la maga (*Montezuma speciosissima* Sessé & Moc.), dos especies nativas de la planicie costanera del norte de Puerto Rico, han sido plantadas en los terrenos forestales públicos a través de la isla. Las medidas efectuadas en las plantaciones más viejas indican que su desarrollo inicial es tan satisfactorio en la altura como en la costa.

Se compararon dos plantaciones de maría de 13 años, una posiblemente a 500 pies de elevación en las colinas calizas del noroeste en Guajataca (precipitación anual de 80 pulgadas) y otra a unos 1,500 pies de altura en la vertiente norte de las Montañas de Luquillo (precipitación anual de 100 pulgadas). Ambas plantaciones están en crestas de cerro expuestas. El suelo en Guajataca es rocoso, somero y muy bien avenado, el de Luquillo es profundo, muy degradado y el avenamiento es sólo regular. El medio estacional de Luquillo es probablemente ligeramente más favorable para el crecimiento de los árboles. En Guajataca el diámetro promedio es de 2.7 y en Luquillo es de 3.6 pulgadas y las áreas basimétricas correspondientes son de 38 y 50 pies cuadrados por acre. Una diferencia notable es la altura que en Guajataca es de 10 pies y en Luquillo es de 20 pies.

Se hizo una comparación similar de dos plantaciones de maga. Una tiene once años y está situada en un abra caliza a cerca de 600 pies de elevación cerca de la costa norte en el Bosque Insular de Río Abajo (precipitación alrededor de 80 pulgadas al año). La otra tiene 13 años y está situada en una ladera a cerca de 2,500 pies de elevación en el Bosque de Toro Negro en las montañas centrales (precipitación alrededor de 110 pulgadas al año). Ambos suelos son profundos, el de Río Abajo está degradado. El crecimiento en ambas plantaciones es comparable. El diámetro promedio en Río Abajo es de 3.8 pulgadas, comparado con 4.2 pulgadas en Toro Negro. El área basimétrica en Río Abajo es de 49 pies cuadrados por acre, en comparación con 37 pies cuadrados en Toro Negro. Sin embargo, el crecimiento en la actualidad es lento en Río Abajo, solamente 0.08 pulgadas al año. El crecimiento en altura ha sido más o menos igual, pero

la forma es mucho mejor en Toro Negro. En Río Abajo cierto número de árboles carece de valor porque tienen copas de muchas ramas y la poda invariablemente da como resultado muchas ramas epicórmicas. En Toro Negro no no existe ninguno de esos problemas.

El Crecimiento del Eucalipto es casi Igual que el de la Casuarina

Casuarina equisetifolia Forst. crece a razón de casi una pulgada en diámetro por año en la planicie costanera durante los primeros 10 años después de la siembra. Esta especie crece menos satisfactoriamente sobre 1,000 pies de elevación pero con el eucalipto (*E. robusta* Smith) no es ese el caso. Una plantación de esta especie situada sobre los 2,000 pies de elevación en el Bosque Insular de Carite (precipitación alrededor de 90 pulgadas al año) ha crecido hasta un diámetro promedio de 8.3 pulgadas y un área basimétrica de 110 pies cuadrados por acre al cabo de diez años. El crecimiento anual promedio durante los últimos 2 años ha sido 0.7 pulgadas.

Otra plantación de 10 años en un suelo de drenaje pobre, a 3,000 pies de elevación en el Bosque de Toro Negro en las montañas centrales (precipitación alrededor de 120 pulgadas al año) tiene un diámetro promedio de 5.7 pulgadas y un área basimétrica de 73 pies cuadrados por acre.

Hace un año había cierto temor debido a que estas plantaciones no dominan el sitio. Todavía se abriga ese temor. Quizás, según pasa con la casuarina, debe emprenderse las subplantación con especies seleccionadas de la etapa sucesional subsiguiente. tan pronto como el eucalipto forme un dosel.

La Plantación de Caoba de Santo Domingo se Cierra a los Doce Años.

La caoba dominicana (*Swietenia mahagoni* Jacq.) ha sido plantada extensamente en terrenos públicos en las colinas calizas de la costa norte de Puerto Rico. Una de las mejores plantaciones está situada cerca del fondo de un abra en el Bosque Insular de Guajataca (precipitación alrededor de 80 pulgadas anuales). Las mensuras efectuadas en cuarteles en esta plantación que tiene hoy 13 años indican un diámetro promedio de 4.2 pulgadas, el número de árboles 700 por acre y el área basimétrica 68 pies cuadrados por acre. El rodal ha formado un dosel completo y pronto estará listo para su primer aclareo.

La Teca Crece Bien en Tres Medios Estacionales

Los esfuerzos hechos por establecer plantaciones de teca en Puerto Rico han topado generalmente con el fracaso. La especie requiere mejores suelos que los que hay disponibles generalmente. En tres sitios donde se han podido establecer plantaciones, las medidas tomadas el año pasado indican que ha habido progreso.

Colinas del sur.—Una plantación situada a cerca de 600 pies de elevación sobre aluvión cerca del Río Patillas en el Bosque Insular de Carite (precipitación de cerca de 80 pulgadas al año) ha crecido hasta un diámetro promedio de 6.0 pulgadas en 13 años. Los árboles más grandes tienen 10 pulgadas de diámetro y 50 pies de altura. El área basimétrica fluctúa entre 90 y 110 pies cuadrados por acre y parece deseable un leve aclareo.

Abra caliza en la costa norte.—Una plantación situada a cerca de 1,000 pies de elevación en el piso del valle entre colinas calizas en el Bosque Insular de Río Abajo (precipitación alrededor de 80 pulgadas anuales) tiene un diámetro promedio de 6.6 pulgadas al cabo de 10 años. La altura promedio fluctúa entre 35 y 40 pies y el crecimiento en altura parece haber bajado rápidamente en años recientes. Sin embargo. el crecimiento actual en diámetro es rápido pues el año pasado fué de 0.34 pulgadas en promedio. El área basimétrica es de 73 pies cuadrados por acre.

Colinas del este.—Una plantación a cerca de 900 pies de elevación en una ladera expuesta, rocosa y bien drenada, situada cerca de Ciénaga Alta en el Bosque de Luquillo (precipitación alrededor de 100 pulgadas al año) tiene un diámetro promedio de 5.3 pulgadas al

cabo de once años. Este sitio es inferior a los otros dos. La altura promedio es de sólo 25 pies y el área basimétrica 74 pies cuadrados por acre. Esta plantación acaba de lograr la dominación en este sitio.

La Caoba de Honduras Necesita Aclararse al Décimo Año

Los estudios hechos en plantaciones de once años de caoba de Honduras (*Swietenia macrophylla* King) en el Valle de Mameyes (cerca de 140 pulgadas de precipitación anual) indicaron que los árboles han alcanzado de 100 a 115 pies cuadrados de área basimétrica, que las copas están en intensa competencia y que la cubierta herbácea en el sotobosque ha desaparecido casi por completo. El diámetro promedio de los árboles era de 4.8 pulgadas y había cerca de 850 árboles por acre. Se aclararon 2 cuarteles hasta un área basimétrica de 80 pies cuadrados por acre, en consonancia con los estudios de densidad óptima de rodal en otros sitios. En un cuartel de 100 pies cuadrados de área basimétrica se extrajeron 160 árboles por acre y el diámetro promedio se redujo de 5.0 a 4.4 pulgadas. En el otro cuartel con un área basimétrica de 115 pies cuadrados se extrajeron en el aclareo 370 árboles por acre, aumentando el diámetro promedio de 4.6 a 5.1 pulgadas. Muchos de los árboles eran de forma pobre y el aclareo se concentró en la remoción de éstos, sin tomar en cuenta su tamaño. El estado actual de esta plantación indica claramente que en sitios buenos esta especie, cuando se planta con un espaciamiento de 6 pies, debe aclararse a no más tardar en su décimo año.

En un abra en el Bosque Insular de Río Abajo (precipitación alrededor de 80 pulgadas por año) el diámetro promedio es mayor que el de la anterior (5.4 pulgadas), debido a un espaciamiento mayor (500 árboles por acre), pero el área basimétrica es sólo 81 pies cuadrados por acre y aún es innecesario el aclareo.

El Aclareo en la María Mejora el Rodal y Produce Mayor Rendimiento

Una plantación de 25 años de maría (*Calophyllum antillanum* (Jacq.) Britton en un suelo serpentina laterizado, en las montañas del oeste (Bosque Insular de Maricao) alcanzó un diámetro promedio de 5.2 pulgadas y un área basimétrica de 173 pies cuadrados por acre. El crecimiento promedio en la actualidad ha bajado a 0.16 pulgadas al año. Se aclararon dos cuarteles hasta un área basimétrica de 80 pies cuadrados. En la tabla núm. 14 puede verse un indicio de la aceleración en el crecimiento como resultado de los cambios causados por el aclareo en la representación de las clases según la copa.

En el Cuartel B la corta removió un equivalente de 730 árboles por acre con un volumen de 1,930 pies cúbicos. En el Cuartel C se removieron 590 árboles por acre, con un volumen de 2,500 pies cúbicos. Casi todo el rendi-

TABLA 14.—REPRESENTACION DE LAS CLASES SEGUN LA COPA ANTES Y DESPUES DEL ACLAREO DE LA MARIA

Clases según la Copa	Por Ciento del Número Total de Arboles			
	Cuartel B		Cuartel C	
	Antes de la Corta	Después de la Corta	Antes de la Corta	Después de la Corta
	%	%	%	%
Dominante	2	12	3	5
Codominante	14	28	17	44
Intermedio	50	45	44	36
Dominado	34	15	36	15
Totales	100	100	100	100

miento fué en forma de postes y espeques. Resta casi un volumen igual en pie, lo cual indica que el incremento anual de esta plantación desde su establecimiento equivale a unos 180 pies cúbicos por acre.

Las Plantaciones de Casuarina Parecen Adaptarse a la Subplantación

Una plantación de Casuarina (*C. equisetifolia* Forst) en un suelo pesado en las faldas de montañas (Bosque de Luquillo) alcanzó en once años un promedio en diámetro de 6.1 pulgadas y un área basimétrica de 94 pies cuadrados por acre. En los últimos 2 años y medio el incremento en área basimétrica fué de 23 pies cuadrados y su crecimiento promedio en diámetro fué de 0.22 pulgadas. Como esta especie no se reproduce espontáneamente en Puerto Rico se ha considerado la subplantación. La otra alternativa sería la reforestación relativamente costosa después de la corta total. La sombra que proyecta el leve follaje de esta plantación no es suficiente para evitar la invasión de numerosas especies agresivas, nativas, de manera que el ambiente está aparentemente satisfactorio para la subplantación. Se han empezado pruebas con varias especies del género.

PRODUCTOS

No le han sido asignados fondos a la Estación específicamente para la investigación en productos forestales pero ciertos estudios en pequeña escala de los problemas más importantes han sido emprendidos cuando se presentaba la oportunidad. Además de los resultados que aquí se informan la Estación ayudó a planear un estudio en gran escala del tratamiento de espeques con preservativos. Para efectuar ese estudio se cortaron espeques de 65 especies locales comunes.

Los Espeques de Cinco Especies Resisten por Dos Años el Ataque de los Termes

Una prueba con espeques de 32 especies diferentes, efectuada en la costa norte (Bosque Experimental Cambalache) indica que sólo 5 especies han podido conservar sanos durante 2 años 6 de cada 8 espeques de prueba. Los datos obtenidos aparecen en la Tabla 15.

De los espeques de las otras 27 especies, los de las 20 especies enumeradas abajo estaban todos dañados al cabo de 2 años. El deterioro se debió principalmente al ataque de termes.

TABLA 15.—DURABILIDAD DE ESPEQUES PARA EMPALIZADAS

Especie	Período	Condición		
		Servibles		Inservibles por ataque de los termes
		Sanos	Atacados por termes	
	Meses	Núm.	Núm.	Núm
Thouinia striata Radlk[1]	36	6	—	2
Tetrazygia eleagnoides (Sw.) DC.	30	8	—	—
Citharexylum fructicosum L.	30	7[2]	—	—
"Jaboncillo"	24	7[2]	—	—
Chrysophyllum pauciflorum Lam.	24	7	1	—

1/ Erróneamente se informaron inservibles el año pasado.

2/ Faltaba un espeque

Randia aculeata L.
Eugenia sp.
Casearia guianensis (Aubl.) Urban
Myroxylon buxifolium (A. Gray) Krug & Urban
Acrodiclidium salicifolium (Sw.) Griseb.
Vachellia farnesiana (L.) Wright & Arn.
Phyllanthus nobilis Muell.
"Murta"
Colubrina arborescens (Mill.) Sarg.
Coccolobis sp.
Dipholis salicifolia (L.) A. DC.
Nectandra coriacea (Sw.) Griseb.
Guasuma ulmifolia Lam.
Zanthoxylum martinicense (Lam.) DC.
Eugenia jambos L.
Inga laurina (Sw.) Willd.
Psidium guajava L.
Leucaena glauca (L.) Benth.
Sabinea florida (Vahl) DC.
Linociera domingensis (Lam.) Knobl.

Los Espeques de Casuarina Previamente Tratados Duran por lo menos 5½ años

La casuarina (*C. equisetifolia* Forst.), el árbol más popular para arbolados en la finca se usa extensamente para espeques. El tratamiento por 8 horas en baño caliente y frío con carbolina produjo una penetración de 1 a 2 pulgadas. Los espeques tratados que se pusieron en sitio de sombra, en un área con una precipitación anual de 110 pulgadas (Bosque de Luquillo), no muestran señales de deterioro al cabo de 5 años y medio. Los testigos sin tratar fueron destruídos por la podredumbre y los termes en 18 meses.

LOS BOSQUES EXPERIMENTALES

Los tres bosques experimentales fueron usados para investigación durante el año. Los resultados de estudios específicos efectuados en ellos ya han sido explicados. Cada año aumenta el valor de estas áreas como sitios de demostración. Durante el pasado año se le mostró el Bosque Experimental Cambalache a un grupo de 40 técnicos del Servicio de Extensión Agrícola y del Servicio de Conservación de Suelos en una demostración sobre mejora de arbolados. El Día del Arbol unos 300 estudiantes de la escuela elemental visitaron ese mismo área.

El arbolado experimental de Río Piedras, un área de 9 acres que hace 10 años está bajo el control de la Estación ha rendido 7,300 espeques, 1,800 estacas y 5 cuerdas de leña para el uso de la Estación Experimental Agrícola. El rendimiento durante el año pasado fué de 1,850 espeques. Este área puede considerarse como un arbolado de demostración para la producción de espeques.

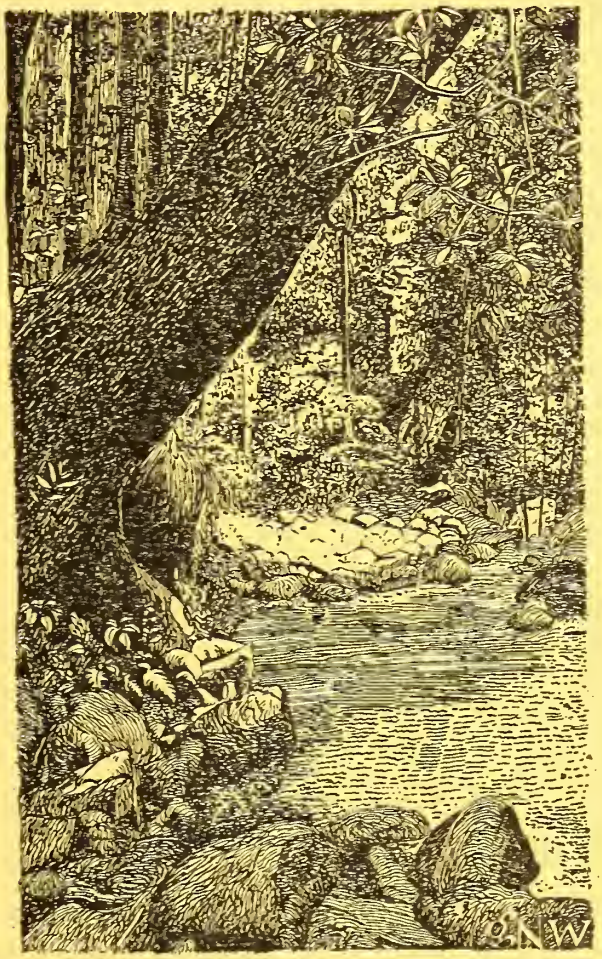
El Bosque Experimental de St. Just, de 20.5 acres y que también ha estado bajo el control de la Estación por espacio de 10 años, ha producido 1,055 espeques y 63 cuerdas de leña extraídos de 6 acres. Los espeques han sido usados en empalizadas en los límites del bosque y la leña se repartió entre las 18 familias de la vecindad. Durante el año pasado se extrajeron 500 espeques y 13 cuerdas de leña del predio de 6 acres.

El Bosque Experimental Cambalache de 589 acres ha rendido un total de $1,795.00 de 280 ventas de árboles a los compradores locales durante los últimos 6 años, incluyendo 10,360 espeques y postes y 139 cuerdas de leña. Además, se han regalado a 260 familias de la vecindad, 22,127 haces de leña equivalentes a 706 cuerdas. Durante el pasado año 114 familias extrajeron 6,033 haces de leña, equivalentes a 123 cuerdas. Este bosque fué transferido de la Autoridad de Tierras de Puerto Rico al Departamento de Agricultura y Comercio durante el 1949 pero para la Estación continuará siendo un bosque experimental bajo un nuevo convenio cooperativo.

UNITED STATES
ATLANTIC
OCEAN
GULF OF
MEXICO
MEXICO
BAHAMA
ISLANDS
CUBA
JAMAICA
HAITI
DOMINICAN
REPUBLIC
PUERTO
RICO
GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA
TRINIDAD
BRITISH
HONDURAS
CARIBBEAN SEA
HONDURAS
GUATEMALA
SALVADOR
NICARAGUA
COSTA
RICA
PANAMA
PACIFIC
OCEAN
VENEZUELA
BR.
GUIANA
COLOMBIA

9622
2C23

The Caribbean Forester



JAN 24 1951
U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE

TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

VOLUME 11, NUMBER 3

JULY 1950

Caribbean Forester

El "Caribbean Forester", revista que el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos comenzó a publicar trimestralmente en julio de 1938 es de distribución gratuita y está dedicada a encauzar la mejor ordenación de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Ciencia Forestal y ciencias afines encarándoles con los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes y el trabajo que se viene haciendo para lograr ese objetivo técnico.

Se solicitan aportaciones de no más de 20 páginas mecanografiadas. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible incluir un resumen conciso del estudio efectuado. Los artículos deben ser dirigidos al "Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico".

Las opiniones expresadas por los autores de los artículos que aparecen en esta revista no coinciden necesariamente con las del Servicio Forestal. Se permite la reproducción de los artículos siempre que se indique su procedencia.

The "Caribbean Forester", published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done toward this end throughout the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico.

Opinions expressed in this journal are not necessarily those of the Forest Service. Any article published may be reproduced provided that reference is made to the original source.

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Julliet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est une revue trimestrielle gratuite, dediée à encourager l'aménagement rationnel des forêts de la région caraibe. Son but est d'entretenir des relations scientifiques entre ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et ses méthodes les plus récentes, ainsi qu'aux travaux effectués pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On accepte voluntiers des contributions ne dépassant pas 20 pages dactilographiées. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur qui voudra bien préciser son titre ou sa position professionnelle et en les accompagnant d'un résumé de l'étude. Les articles doivent être addressés au Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

La revue laisse aux auteurs la responsibilité de leurs articles. La reproduction est permise si l'on précise l'origine.

"The printing of this publication has been approved by the Director of the Bureau of the Budget (August 17, 1950)".

VOL. 11 - NO. 3 JULY 1950

The Caribbean Forester

Contents

Sumario

Results of forest planting in the Insular Forests of Puerto Rico 107

JOSE MARRERO, Puerto Rico

Estudiante Cubano Termina Curso de Entrenamiento en Materia Forestal en Puerto Rico

En junio del año en curso Arcadio M. Díaz Martínez, agrónomo graduado de la Escuela Forestal Pozos Dulces de Cuba, terminó seis meses de adiestramiento en dasonomía avanzada en la Región Tropical del Servicio Forestal en Puerto Rico. El Secretario de Agricultura de los Estados Unidos le había conferido al Sr. Díaz, quien es un empleado del Ministerio de Agricultura de Cuba, una beca para un año de estudios en el Servicio Forestal de Estados Unidos. El adiestramiento de este estudiante incluyó 6 semanas en un Centro de Orientación donde tomó cursos de inglés y de costumbres norteamericanas y tuvo ocasión de visitar sitios de interés en Washington, Distrito de Columbia y sus alrededores. Después recibió un mes de enseñanza en técnica forestal, familiarizándolo con la organización central y regional del Servicio Forestal de Estados Unidos; con los tipos forestales; especies forestales; clima; silvicultura; utilización; protección, ordenación; planeo de la ordenación; pastoreo; caza; hidrología y dasonomía privada.

El resto de los primeros seis meses lo pasó en el laboratorio de Productos Forestales y en los bosques del sudeste de los Estados Unidos. En el Laboratorio de Productos Forestales el señor Díaz participó en los estudios de las propiedades físicas y mecánicas y de la estructura de las maderas. También tuvo ocasión de probar diferentes métodos de preservación de madera, usando lo último en materia de preservativos. En los Bosques Nacionales de la Región Sur el señor Díaz abordó los problemas de administración forestal, ordenación de áreas de recreo, plantación y protección contra incendios forestales.

El señor Díaz pasó en Puerto Rico aproximadamente la mitad del año 1950, participando en varias tareas de oficina y de campo, relativas a administración forestal, ordenación e investigación en la Región Tropical del Servicio Forestal. El pasó tres meses entre los guardabosques de las diferentes unidades participando en la administración de áreas de recreo, en ventas de maderas y en la inspección de plantaciones. Con el Servicio Forestal Insular pasó una semana efectuando estudios similares y otra semana con el personal de campo de esa agencia, que estaba efectuando un inventario forestal de toda la isla. Durante otra semana el Sr. Díaz asistió al estudio de plantaciones, determinando la adaptabilidad de diferentes especies al medio estacional. Además pasó varias semanas con el personal principal de la Estación de Experimentación Forestal Tropical re-examinando cuarteles de ensayo, estudiando la mejora de rodales, la determinación de existencias, la preservación de postes y la construcción de tablas de volumen. Por espacio de dos semanas estuvo con técnicos del Servicio de Conservación de Suelos, aprendiendo los principios de clasificación de tierras y conservación de suelos. Al finalizar su curso de entrenamiento el Sr. Díaz preparó un informe para someter al gobierno de Cuba, recomendándole un programa de dasonomía pública.

Hasta la fecha, la Región Tropical del Servicio Forestal ha entrenado agrónomos de Cuba, Haití, Costa Rica, Venezuela y Bolivia. Estos cursos de entrenamiento están considerados como una función importante de esta oficina y esperamos que otras naciones aprovechen las ventajas de esta oportunidad.

Results of Forest Planting in the Insular Forests of Puerto Rico

JOSE MARRERO

Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico

In a recent issue of The Caribbean Forester (9:85-213, 1948) a report on past forest plantings in the Caribbean National Forest was presented as a guide to future planting work. Upon completion of that study a similar investigation was carried out within the public forests of the Government of Puerto Rico. The results of this investigation are reported here. The same order of presentation has been followed, describing in order the enviroment, history of planting, methods of study, findings, and conclusions.

The Insular (as opposed to Federal) Forests of Puerto Rico cover some 45,000 acres, an area about 50 percent larger than that of the Caribbean National Forest. The planted area of about 16,000 acres is three times as large as in the Caribbean National Forest. Many different sites are included.

ENVIRONMENT

Nine distinct forest areas were studied. Environmental conditions vary so widely that each area is here described separately. The ecological descriptions include the use of Beard's (1) classification of vegetation.

CARITE

The Carite Forest contains about 6,300 acres in the southeastern mountains. It ranges in elevation from about 650 to about 3,000 feet. At Carite Reservoir at an elevation of 2,100 feet in the interior of the area the mean temperature is 72°F. and monthly means vary between 65° and 80°. The range in annual rainfall is from 65 to over 100 inches. At Patillas Reservoir, at 240 feet elevation near the south edge of the area the mean temperature is 76° and the monthly means vary between 71° and 86°F.

The parent rock is of volcanic origin, including andesitic tuffs and shales and quartz diorites. Most of the area is covered by deep, acid, heavy clay soil (Los Guineos and Catalina series) but a looser granular (Pandura) soil develops over quartz diorite. The soils of the southern slopes are shallow and less acid (Múcara).

The forest has at one time been removed from nearly all of the Carite Forest area. Small remnants of climax vegetation exist in remote areas. Cutting was partly for the timber but chiefly for farming. Large areas have since become reforested naturally. The forest types represented are montane thicket, lower montane rain forest, and evergreen seasonal forest.

GUAJATACA

The Guajataca Forest contains about 2,300 acres in the dry western limestone hills of the north coast. Its elevation is about 1,000 feet above sea level. Monthly temperature means range between 71°F and 82°F at nearby weather stations. Annual rainfall is between 70 and 80 inches. Evaporation is apparently much higher on the exposed tops of the hills than in the protected sinkholes between them. The parent rock is tertiary limestone. The topography is rough, consisting of numerous hills and sinkholes. The soils are mostly red or reddish brown clay (Tanamá series) from a few inches to 3 feet in depth. Other soil series are probably found in the bottoms of sinkholes. Soil depth varies with topography, since colluvial deposits accumulate on the lower slopes.

The forests of Guajataca have been cut and burned repeatedly. In 1935 when the area was taken over by the government the vegetation was chiefly low brush or grass.

Now small areas of secondary forest have developed on the north and west slopes. Most of the sinkhole bottoms bear coffee plantations. Apparently there was considerable variation between the forests of the hilltops and the sinkholes. The former may have been a dry evergreen forest, and the latter, evergreen seasonal or possibly lower montane rain forest.

GUANICA

The Guánica Forest contains about 7,000 acres of low hills along the southwest coast. Elevation ranges between sea level and about 500 feet. The mean temperature is about 77°F with a monthly range between 74°F and 79°. About 30 inches of rainfall are received in an average year. Severe droughts are frequent, chiefly from December to April. The southern edge of the forest is subject to sea blast.

The parent rock is tertiary limestone deposited when the area was beneath the sea. The topography is rolling. Except for beach sand the predominating soils are shallow clays (Aguilita and Ensenada series).

A short forest is found on most of the area. The canopy is generally only about 20 feet tall, although trees 50 feet tall are found in protected ravines. The shallow rocky soil and light rainfall have precluded cultivation of most of this area. Nevertheless the forest has been cut for fuelwood. Deforested areas were grazed until forest plantations became established. The original vegetation was probably deciduous seasonal forest.

GUILARTE

The Guilarte Forest comprises about 2,800 acres in the west central mountains. Elevation ranges between 2,500 and 3,950 feet above sea level. Monthly mean temperature ranges from 60°F to 75°F. A raingage located at 3,000 feet elevation near the area recorded 90 inches of rainfall annually. The mean for the forest is probably slightly higher.

The parent rock is of volcanic origin, chiefly andesites and shales. The dominant soils are yellowish heavy clays (Los Guineos and Cialitos) and grayish to purplish friable clays (Alonso and Múcara).

Remnants of forest remain within the area. They are of the lower montane rain forest and montane thicket formations. Secondary forests cover a large part of the more accessible areas.

MANGROVES

The public mangrove forests are located in protected estuaries and bays on all coasts of the island, near San Juan on the north, near Ceiba on the east, near Aguirre and Guánica on the south, and near Boquerón on the west. They aggregate about 8,200 acres. Climate is relatively unimportant. Mean temperature is at least 78°F and annual rainfall varies from 30 to 60 inches. All of the mangrove forest is subject seasonally to tidal inundation.

The soils are of biological origin, being dark peats and mucks derived from the deposition of plant remains. The soils tend to be more or less brackish.

The mangrove area is mostly forested since the saline soil is of little value for other uses. Nevertheless, the proximity of mangrove forests to coastal settlements has made them subject to repeated cutting. The removal of the best trees has tended to leave poorly formed, open, or brushy stands.

MARICAO

The Maricao Forest contains about 9,500 acres in the western mountains. It is generally steep and ranges in elevation from 500 to 2,000 feet above sea level. Mean temperature is about 72°F. Annual rainfall varies from 108 inches at 1,500 feet to about 80 inches at the southern edge of the forest.

The underlying rock is chiefly serpentine. It gives rise to soils of very low fertility and high in iron. Drainage is excessive. Shallow soils, averaging less than one foot in depth are designated Rosario silty

clay, and deeper soils to several feet in depth are designated Nipe clay.

The forest is generally scrubby, with only very small remnants of what might be considered primary vegetation. The timber was removed for farming. Secondary stands were burned over repeatedly before the area was put under protection in 1918. The original forest was probably not rain forest, but a drier evergreen type with numerous small-leaved trees.

MONA ISLAND

Mona Island is located about 45 miles west of Puerto Rico. It is about 6 miles long and 5 miles wide at the widest point, containing 13,600 acres of public forest land. Is is generally level, with a plateau about 200 feet above the narrow coastal plain. The average annual rainfall is about 40 inches. Most of this is received during the fall of the year.

The island is composed of tertiary limestone, and is covered by shallow grayish soils similar to the shallow phases of Ensenada and Aguilita stony clay. A strip of beach sand is of some importance on the southwest coast. Sandy and sandy loam soils on the coast range to 2 feet in depth.

About 85 percent of the island is covered by short forest generally less than 12 feet tall. Past land clearing for agriculture on the coastal plain has left some grassland areas. Most of the forest has been heavily culled for fuelwood. It probably belongs within the province of deciduous seasonal forest. On the exposed east edge of the plateau the vegetation is cactus scrub.

RIO ABAJO

The Río Abajo Forest covers about 4,900 acres in the humid limestone hills of the central north coast. The topography is rough, with numerous sinkholes with steep walls. Elevation ranges from 500 to 1,400 feet above sea level. Reliable temperature data are not available, but it is known that the nights are cool, probably as a result of air drainage from the higher mountains to the south. Rainfall averages about 80 inches annually with a low of possibly 70 inches at the northern edge of the forest.

The parent rock is tertiary limestone of the Lares formation. The dark soils of the limestone hills are usually less than a foot in depth and are in the Soller and Tanamá series. In the few open valleys deep reddish clay soils are present (Camagüey clay loam and Dominguito, Moca, Lares, Río Arriba, and Cialitos clays).

The vegetation is considerably influenced by exposure and soil depth. Apparently that on the hill tops was originally dry evergreen forest, whereas an evergreen seasonal and possibly lower montane forest grew in the sinkholes. Drier conditions are evident near the northern boundary of the forest. Past cutting removed the forest cover from all but the least accessible and forested cliffs and hill-tops. The valleys have all been cleared and intensively cultivated for tobacco and food crops causing loss of most of the topsoil. On the lower slopes and bottoms of the sinkholes coffee and bananas have been produced. In the past, fire destroyed secondary growth on many of the hills. Protection from fire during the past 15 years has produced secondary growth on most of the slopes.

SUSUA

The Susúa Forest contains about 2,800 acres in the southwestern foothills. It has very rough topography and ranges from 500 to 1,500 feet in elevation. Temperature records are not available, but it is known that there is considerable variation between the hot afternoons and the coolness of the early morning. Rainfall varies considerably from the high northern edge of the forest to the lower southern edge. The average is probably about 60 inches annually. The dry season from December to March is very pronounced.

Like Maricao, the Susúa Forest is underlain largely by serpentine rock. Small areas of shales and tuffs are also present,

producing a silty clay soil (Descalabrado). All of the soils are shallow and excessively drained.

The vegetation was nearly completely destroyed for cultivation and grazing. Apparently the original stand was semi-deciduous seasonal forest, varying somewhat with exposure and soil depth. After fifteen years of protection part of the area is covered with low brush.

HISTORY OF PLANTING

Forest planting was started in the Maricao Forest in 1920 with the beginning of a large-scale program of introduction of exotic tree species and adaptability tests with native species. At Guánica planting began in 1922 and totalled 68,000 seedlings and 500 pounds of seed sown directly during the ensuing 10 years.

A second period of planting, from 1934 to 1941, was much more active than the first, and produced 12,600 acres of plantations. Unsuccessful earlier plantations were replanted also. Particularly significant to planting in this period was the purchase of large additional areas for public forestry.

From 1941 to 1949 the maintenance of the large area of existing plantations took most of the funds available for planting work. A small additional area was planted for the first time, however.

In summary, a total of about 16,000 acres were planted in the Insular Forests between 1920 and June 1949. A total of about 13,163,000 seedlings were planted and 91,230 pounds of seeds were sown. Forty-six different species of trees were included. The record of past planting appears in Table 1.

Table 1.—Planting Work Done in Insular Forests, January 1936 to June 1949.

Species	Total Number Seedlings	Seed, in lbs.
Albizzia procera	22,000	
Aleurites trisperma	800	
Andira jamaicensis		7,700
Avicennia nitida	44,000	730
Bambusa sp.	8,000	
Bambusa tuldoides	1,000	
Byrsonima spicata	16,000	
Calophyllum calaba		55,800
Castilla elastica	200	
Casuarina equisetifolia	402,000	
Cedrela mexicana	545,000	
Cedrela odorata	17,000	
Colubrina ferruginosa	524,000	
Cordia alliodora	726,000	
Dacryodes excelsa	300	
Dalbergia sissoo	32,000	
Dipholis sintenisiana		260
Eucalyptus robusta	377,000	
Eucalyptus sp.	1,267,000	
Guarea trichilioides	256,000	
Guaiacum officinale	47,000	440
Haematoxylon campechianum	1,000	
Hyeronima clusioides	200	
Hymenaea courbaril		1,900
Inga punctata	3,000	
Laguncularia racemosa	167,000	2,500
Lucuma multiflora		8,900
Montezuma speciosissima	1,071,000	
Ocotea moschata		50
Petitia domingensis	674,000	110
Prosopis julifora		2,680
Rhizophora mangle		9,600
Samanea saman	1,000	
Sideroxylon foetidissimum	17,000	
Stahlia monosperma	100	
Swietenia candollei	1,019,000	
Swietenia macrophylla	1,593,000	
Swietenia mahagoni	3,955,000	520
Tabebuia pallida	25,000	
Tamarindus indica		40
Tectona grandis	228,000	
Tetragastris balsamifera	7,000	
Vitex divaricata	118,000	
Zanthoxylum flavum	500	
Zizyphus jujuba	200	
Total	13,163,300	91,230

PLANTING PRACTICE

Planting stock of various types has been used. Experience showed that most species can best be established using sturdy nursery stock. Overgrown nursery stock had to be used at times and was cut back for planting with good results for *Swietenia macrophylla*, King, *Cordia alliodora* (*R. & P.*) Cham, *Tectona grandis L.*, *Vitex divaricata*, Sw. and *Guarea trichilioides L.* Higher survival was obtained with potted seedings of *Swietenia mahagoni* Jacq. in dry acreas. Heavy-seeded

species, notably *Calophyllum antillanum* Britton have been sown directly in the field. *Casuarina* and *Eucalyptus* have been transplanted in the nursery to improve stock quality. Wildings of a few species have been used on a small scale.

Ground preparation originally consisted of cutting woody vegetation of inferior species. This proved expensive and to a large extent unnecessary. It was a particularly undesirable practice on adverse, exposed sites where protection was needed. More recently the volunteer trees have been left to grow, and narrow planting lines are opened with machetes. A small amount of underplanting has been done, leaving the canopy unchanged except to provide small openings above the planted trees.

Planting has always been done with pick-mattocks because of the heavy soils and the presence of rocks and large roots. The spacing, not always regular because of obstructions has varied bewteen 5 x 5 and 8 x 8 feet, averaging 6 x 6 feet. Underplanting has been done with wider spacings up to 25 feet. Plantings have generally been pure but as a rule have produced mixed stands where replanting was done with other than the original species. This was a result of increased knowledge concerning species adaptability.

PLANTATION CARE

A large investment in plantation care was found necessary subsequent to planting. Weeding has generally been done for from 2 to 4 years, and vine cutting has sometimes been done at least annually for more than 5 years. The length of this period of post-planting care has varied with the nature of the native vegetation and the rapidity of tree growth. In some plantations more weeding was done than was necessary, but more frequently plantation care has had to be periodically neglected because of fluctuations in appropriations from year to year. Weeding has generally consisted in freeing from vines and herbaceous vegetation a circular area of 2 to 3 feet in diameter around each tree or lines maintained free of vegetation along the lines of trees.

Pruning and thinning have been considered only in the older plantations. Early pruning proved undesirable in some plantations because of subsequent epicormic branching. The need for pruning has been avoided where possible by retaining densely stocked plantations. Thinning has been practiced on so small a scale as to hardly warrant mention. Only a few plantations are sufficiently large to need thinning. Liberation cuttings were made, however, in some areas where old coffee shade had been used as a shelter for plantation establishment. This work was generally not done until the planted trees had reached 10 feet in height.

PLANTATION COSTS

Planting costs varied widely with a number of factors. Nursery stock averaged about $3.00 per thousand trees. Potted stock cost about $8.00 per year thousand trees. Wilding stock averaged $4.50 or 3 man-days per thousand trees. Seed cost varied from $0.30 to $1.80 per thousand seeds.

Ground preparation was the largest single item of expense connected with planting. Costs of ground preparation averaged 13 man-days per acre, ranging to as low as 6 man-days per acre in the relatively open limestone hills and on dry sites with little vegetation.

Planting itself averaged about 10 man-days per acre but for direct seeding required only 3 man-days per acre. Replanting costs, which are a measure of the success of selection of species as well as of the planting job istelf, were high. In the humid moutain forests at Carite, and Guilarte, replanting cost about 15 man-days per acre, and reflects repeated replanting of poor weedy sites. In the limestone region of the north coast, at Guajataca and Río Abajo, replanting only cost 5 man-days per acre, a result of better species selection and less weed competition. In the dry forests of Susúa and

Mona Island where potted seedlings were used extensively replanting cost only 6 man-days.

Weeding is the most expensive item of cost in past forest establishment in the Insular Forests. Control of agressive native vegetation has required cleaning more than once each year for at least the first 5 years after planting. During these first 5 years weeding cost 42 man-days per acre in the humid mountains, 16 man-days in the limestone region, and 7 man-days in the dry areas.

Total costs for the 5 years average 77 man-days per acre in the humid mountains, 38 man-days in the limestone region, and 34 man-days in the dry areas. Of this total cost ground preparation and initial planting made up only 32 percent in the humid mountains, 46 percent in the limestone region, and 65 percent in the dry area. Weeding during the first 5 years made up 55 percent in the humid mountains, 42 percent in the limestone region, and 21 percent in the dry area.

Weeding costs were affected very materially by the character of the native vegetation. Tall bunch grasses such as guinea grass (*Panicum maximum*) must be cut back frequently while the plantation is young. The presence of herbaceous vines notably bejuco de puerco (*Ipomoea* sp.) greatly prolongs the period during which frequent weedings are necessary. The fact that the native vegetation in the dry areas is less agressive is seen in the lower weeding costs presented.

Costs of establishment at Guilarte are lower than elesewhere in the humid mountains because of the presence of a mixture of natural tree growth of partly acceptable species. These established trees assisted in the control of weeds and reduced the need of planting. It is significant that the higher cost of planting potted stock in dry areas was more than offset by lower weeding costs.

Planting in mangrove areas was generally cheaper than elsewhere. Total costs ranged between 3 and 8 man-days per acre except where it was necessary to remove the aggresive fern marunguey (*Acrostichum aureum* L.) This cost about 20 man-days per acre. Direct seeding and broadcasting were practiced, and no weeding was necessary.

Planting costs shown here are for the first 5 years. Total costs will be even higher, since vine cutting is necessary up to 10 years in some of the plantations of species not well adapted to the site.

OBSERVED RESULTS PRIOR TO THE STUDY

Results began to appear soon after the initiation of large scale planting in the Insular Forests. The planting sites, most of which had been abused by previous cultivation and were exposed and badly overrun by weeds and vines, proved unsuitable for the establishment of the better species of climax forests. The limitations of a large scale reforestation program carried on during a relatively short period and initiated with little previous experience resulted in failures in some areas. As a result, replanting costs were high. Lack of information concerning species-site relationships led in some areas to immediate failures or to weeding expenses which proved futile when the trees later died or were to be replaced by better adapted species. These and other findings led to the following major modifications of policy and practice.

1. All but the most aggressive species were eliminated from plans for planting or replanting exposed sites with degraded soils.
2. The better species were limited to the more favorable sites.
3. The number of species used was reduced and preference was given to native species.
4. Large-seeded species were sown directly at the planting site usually with a high survival.

5. On dry sites where high survival was difficult to attain, ball-of-earth planting was practiced, using tar-paper pots. Potted stock was produced in small nurseries near the planting site.
6. Individual planting crews were reduced to a size which could be adequately supervised. Local men were selected and trained.
7. The potentialities of natural reproduction were better appreciated. Cutting of natural tree growth prior to planting was minimized and many naturally established trees were incorporated into the plantations, receiving the same care as the planted trees.

METHODS OF STUDY

The objective of the study was to sum up all available evidence regarding the relationships between the different tree species planted and their environments. All plantations were examined to determine their present condition and the corresponding sites. The data of most value were those collected in fully stocked plantations. In such areas the species-site relationships were most evident, and growth could be accurately measured. Less information was available in areas of failure because evidence as to the factors responsible for the failure had generally been lost during the several years since planting. Nevertheless, much could be deduced by careful observation in such a large and varied area.

SITE CLASSIFICATION

The first requisite to the relating of observed results to site conditions was a classification of the planted areas with regard to the site factors which appeared to be of greatest significance to the fate of planted trees. The site factors are considered in four broad groups: climatic, physiographic, edaphic, and biological. The climatic factor of most significance in site differentiation is rainfall. Total annual precipitation varies from 30 inches at Guánica to over 100 inches at Maricao, Guilarte, and Carite. The different forest areas are related with regard to rainfall and humidity in ascending order as follows: Guánica, Mona Island, Susúa, Guájataca, Río Abajo, Maricao, Guilarte, and Carite. Rainfall is considered of comparatively little significance in the mangrove areas. The severity of drought is a more reliable index of moisture relationships than mean annual precipitation. Prolonged severe droughts occur annually at Guánica, Mona Island, and Susúa. Drought is of some influence also at Guajataca, Maricao, and the lower southern slopes of the Carite forests. The importance of temperature as a site factor is difficult to appraise since change in rainfall are of so much greater magnitude that the influences of temperature are obscured. The significance of temperature alone upon the relative results of reforestation work in different parts of the island is probably minor.

Physiographic factors such as slope, aspect, exposure, and topographic position affect tree establishment only indirectly as they influence microclimate and soil. They are grouped separately because of the difficulty of treating their effect separately as climatic and edaphic phenomena. Slope is of importance because of its influence upon soil losses by erosion, and upon water absorption and retention by the soil. Aspect is significant with respect to both the prevailing easterly trade winds and the position of the sun. These effects are most pronounced in the drier forests where evaporation is of major significance. Here the southern and eastern slopes tend to be the most adverse. Exposure, related to slope and aspect, is of importance also because of its relationship to evaporation.

Topographic position is a collective term which is probably the most important single site factor in the forests in the rough central mountains and limestone region. Generally valleys and lower slopes are better sites than upper slopes, concave slopes are better than

convex slopes, convex slopes are better sites than ridges, and ridges are better than peaks. This relationship is most pronounced in the sinkhole region. This relationship reflects differences in rate of soil erosion, the contribution of alluvial deposits, and exposure. A counteracting factor is soil drainage; which on certain heavy soils in rainy forest areas such as at Carite and Guilarte may make lower slopes superior to valleys for the establishment and growth of certain tree species. At Susúa and Maricao the effect of topographic position upon the vegetation is less pronounced than elsewhere apparently because of long uniform slopes.

The physical soil factors appear to be more important to reforestation than the chemical factors, although it is probably impossible to completely isolate the two. Loose rocky shallow soils tend to accentuate the effects of drought because of their poor water retention. Such soils are of significance to reforestation at Guánica, Guajataca, Río Abajo, Maricao, Susúa, and the drier southern edge of the Carite Forest. On the other hand, the heavier clay soils in the humid mountains are so poorly drained in the more level areas as to produce root decay in young planted trees.

The effects of modification of soils by past use or abuse can be as significant to tree establishment, at least temporarily, as the inherent physical or chemical properties of the soil. On the heavy soils of the Carite and Guilarte Forests in the central mountains, plantation sucess seems to be more directly related to the history of previous cultivation of the land than to any other factor, in spite of considerable variation in topography. Compacting and loss of topsoil and fertility through erosion and leaching are probably largely responsible for this relationship.

The biological site factors are the presence of insect pests and diseases and competition from natural vegetation. The importance of insect pests and diseases is not yet fully known since the plantations are all still very young. Insects and diseases tend to be

FIG. 1.—*View of lands being reforested in the Maricao highlands. Ridges are evident in the background, a small valley in the center and uniform slopes with a western exposure between them.*

more active on sites which for other reasons are adverse.

Weed and vine growth are important factors in all plantations but chiefly in the humid mountains. Reforestation of open weedy areas may become prohibitive except with the more aggresive species. Competition from arborescent native vegetation can also be an adverse factor. Properly utilized, however, it may serve to protect the plantation from excessive exposure and is a valuable complement to the planted trees. Shade from such an overstory may also control weed and vine growth.

The distinct sites on which forest planting has been done are here described briefly with reference to the more important site factors.

Carite

Climate humid to wet, topography rough, soils generally clays, and intense competition from weeds and vines. Topographic features are typical of the Central Mountains.

Site	Acreage Planted
Ridges	903
Uniform slopes	1,439
Lower, or concave slopes and valleys	480
Total	2,822

Guajataca

Climate humid, topography rough, soils generally shallow clays, over limestone, and weed and vine competition not intense. Here site factors are best expressed by topographic description, as follows:

Site	Acreage Planted
Hilltops	397
Lower slopes	1,278
Sinkhole bottoms	529
Total	2,204

Guánica

Climate dry, topography smooth to rolling, soils generally shallow, stony clays or beach sands and weed and vine competition slight. Plantations have been con-

FIG. 2.—*A 7-year-old stand of eucalipto growing on a ridge at Guilarte. A younger stand is also growing on the slope, foreground.*

fined to valley bottoms and lower slopes and no sharp site differentiation is evident in the results to date. About 300 acres were planted.

Guilarte

Climate wet, topography rough, soils generally heavy clays or stony clays, and intense competition from weeds and vines. As at Carite, site differentiation is closely related to topography, as follows:

Site	Acreage Planted
Ridges	148
Uniform slopes	358
Lower, or concave slopes and valleys	197
Total	703

Mangrove

Climate humid, topography level, soils saline mucks or somewhat sandy and generally no weed or vine competition. Sites are differentiated by the soil level and its character. Areas adjacent to sandy soil (the sea side of lagoons) are different in productivity from those adjacent to the clayey soils toward the mainland. The soil washed into the mangrove is important to productivity, and is much richer on the land side of lagoons. In the only mangrove plantation where sites were classified the land side of the lagoon receiving silt or deposits includes 33 percent of the total area.

Maricao

Climate humid to wet, topography rough, soils very poor lateritic clay over serpentine and fairly intense weed and vine competition. These sites were differentiated, as follows:

Site	Acreage Planted
Valleys and lower concave slopes	299
Uniform slopes with northern or western aspect	1,441
Uniform slopes with southern or eastern aspect, upper slopes, ridges and degraded Nipe clay soils regardless of aspect	1,004
Total	2,714

Degraded soils had been created by excessive previous cultivation or repeated fires in soils of very low natural fertility.

Mona Island

Climate dry, topography level, soils sandy, shallow over limestone, and weed and vine competition slight. Only one site, the sandy seashore on the southeast coast, was planted extensively. Plantations there total 420 acres.

Río Abajo

Climate humid, topography very rough, and mostly shallow soils over limestone, weed and vine competition intense. Four sites are distinguished, as follows:

Site	Acreage Planted
Open valleys	715
Sinkhole bottoms	228
Lower slopes	182
Cliffs and upper slopes	879
Total	2,004

Little or no planting was done on the cliffs and upper slopes. Only about 42 percent of the total area was actually planted.

Susúa

Climate dry, topography rolling, soils very poor lateritic clays over serpentine and shales, except for the colluvial and alluvial soils along the streams, and weed and vine competition slight. The sites are differentiated as at Maricao, as follows:

Site	Acreage Planted
Valleys and lower concave slopes	232
Uniform slopes with northern or western aspect	840
Uniform slopes with southern or eastern aspect, upper slopes, ridges, and degraded Nipe clay soils regardless of aspect.	714
Total	1,786

PROCEDURE

The study began with a review of plantation records to determine the history of different plantations, kinds of stock, origin of stock, species, planting distances, weather, and other pertinent details.

The field work was carried out by a crew of two men, the leader being a trained forester. Both men were acquainted with the history of the plantations and local conditions. The first phase of the field work was a rapid reconnaissance of all plantations within a forest to determine general conditions and to find stands of significance in showing species-site relationships. In such areas a brief "site study" was made, consisting of a detailed description of the site and a few measurements of tree diameters and heights. These site studies concerned all species and all sites.

With the completion of the reconnaissance the site study data were reviewed to determine those areas which best indicate site capacities. Temporary quarter-acre circular sample plots were laid out, within which tree diameters were measured, heights estimated, and tree form was recorded, all to provide an indication of plantation development on an area basis at such locations. Trees classified as of "good form" are satisfactory to form a part of the final crop.

FINDINGS

This study was made so long after most of the plantations were established that the effects of different techniques could be appraised only where results were very marked. Much more information was available regarding the adaptability of different species to sites.

TECHNIQUES

The techniques studied were types of planting stock, spacing, mixture of species, weeding and vine cutting, pruning and liberation.

It was learned early that the seasonal nature of Puerto Rico's rainfall and the wide variation from year to year are of great significance to the success of forest planting. One rainy week during the dry season is generally insufficient to ensure success. Even planting during May, a generally wet month, is risky in the drier forests because June and July are usually dry. A rainless period as short as two weeks inmediately after planting may kill the trees. Planting should be discontinued a month or more before the end of the normal rainy season, which is usually in late December or early January.

The most favorable seasons for planting in the different forests are as follows:

Carite.—Early in May to late November, except at low elevation to the south (Patillas) where planting should be discontinued by the middle of November.

Guajataca.—Early in May to late in October.

Guánica.—Middle of August to middle of October.

Guilarte.—Early in March to late in November.

Mangroves.—Year around depending upon stock availability.

Maricao.—Middle of April to late in October.

Mona Island.—Early in September to late in October.

Río Abajo.—Middle of April to late in November.

Susúa.—Early in August to late in October.

May is a wet month on the south coast (Guánica and Susúa) but is normally followed by dry weather in June and July so planting should generally be delayed until August at that location.

Planting Stock

Most plantations were established with bare-rooted seedling nursery stock from 18 to 24 inches tall. Australian pine (*Casuarina equisetifolia* Forst) and various species of Eucalyptus are exceptions in that they

produce poor stock if not transplanted in the nursery when from 4 to 8 inches tall. This transplanting improves both the root system and the crowns of the trees. Overgrown nursery stock of teca (*Tectona grandis L.*), capá prieto (*Cordia alliodora* (R. & P.) Cham.) and caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King) may be cut and planted with satisfactory results. Tabonuco (*Dacryodes excelsa* Vahl.), maricao (*Byrsonima spicata* (Cav.) DC.) and masa (*Tetragastris balsamifera* (Sw.) Kuntze) do not withstand bare-root planting well. Tabonuco has been successfully established when planted with a ball of earth around the roots. The use of tar-paper pots on dry sites such as Guánica, Susúa, and Mona Island has proven successful with Dominican mahogany (*Swietenia mahagoni* Jacq.), as previously described in this journal (12).

Wilding stock has been successfully used with guaraguao (*Guarea trichilioides L.*), roble (*Tabebuia pallida* Miers.), mangle blanco (*Laguncularia racemosa* L.), and guamá venezolano (*Inga punctata* Willd). Wilding stock, when obtainable, has been found generally more hardy than nursery stock, because of a better developed root system and the absence of succulent stems. Also wildings do not get easily overgrown as happens to nursery seedlings.

Large-seeded species can generally be best established by direct seeding. Many do not transplant well. Direct seeding has been successful with maría (*Calophyllum antillanum* Britton), jácana (*Lucuma multiflora* A. DC.), nuez moscada (*Ocotea moschata* L.) and pomarrosa (*Eugenia jambos* L.). Direct seeding of moca (*Andira jamaicensis* (W. Wright) Urb.) and algarrobo (*Hymenaea courbaril L.*) failed partly because of rodent damage to the seeds. Direct seeding of Dominican mahogany (*Swietenia mahogany* Jacq.) has been successful on limestone soils on the north coast but failed at Guánica, apparently because of drought. Seed of mangle blanco (*Laguncularia racemosa* L.) and mangle negro (*Avicennia nitida* Jacq.) were broadcasted, and the former species was successfully established by this method. Mangle colorado (*Rhizophora mangle* L.) is easily established by "planting" the long pointed radicles or extension of the embryo into the soft mud.

Spacing

The effectiveness of different spacings was judged on the basis of tree form and the rapidity of canopy formation. A spacing of 6 x 6 feet was most common and is generally satisfactory. A closer spacing of 5 x 5 feet was found desirable for maría (*Calophyllum antillanum* Britton), when planted on poor sites where canopy closure is slow and the trees tend to develop low branches. Eucalyptus and casuarina grow very rapidly and do not tend to form low branchy crowns so that a spacing of 8 x 8 feet appears to be satisfactory. Plantations of these two species will form a canopy in 3 to 4 years, yet early thinnings are not required.

Mixture of Species

Deliberate efforts to establish mixed plantations were rare and have not met with success. Inadequate knowledge as to the adaptabilities and growth rates of different species led to irregular stands in which one species outgrew the other. The result was open-grown dominants with large spreading crowns and suppression of the slower growing species to a degree which precluded development. Dominican mahogany (*Swietenia mahagoni* Jacq.) for instance, was soon completely suppressed by the spreading crowns of the less valuable but more rapid growing capá blanco (*Petitia domingensis* Jacq.).

No mixture has yet been found in which yield appears destined to exceed that of pure plantations. Nevertheless, all Puerto Rican plantations are so young that religious adherence to pure plantings is probably unwise. Conceivably a slow-growing tolerant species which is of high value for posts or poles could be successfully mixed with a rapid-growing intolerant of value for lumber.

The post species might be removed in thinnings at a greater profit than similar small trees of the lumber species many of which do not produce high quality roundwood.

On adverse sites the number of adapted species is so limited that natural succession begins with nearby pure stands of pioneer tree species. This same limitation governs reforestation and generally leads to the selection of one hardy, often shade-intolerant species for planting pure. Examples of such species are pino (*Casuarina equisetifolia* Forst.), maría (*Calophyllum antillanum* Britton), roble (*Tabebuia pallida* Miers.), and eucalipto (*Eucalyptus spp.*).

On better sites, particularly where a forest already exists and has produced a favorable soil condition and a protected environment, it appears desirable to follow nature in maintaining a mixed stand of species which form a part of or lie near the climax. Species such as capá prieto (*Cordia alliodora* (R. & P.) Cham.), caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King), nuez moscada (*Ocotea moschata* L.), and guaraguao (*Guarea trichilioides* L.) are in this class. They apparently can best be established by underplanting at a spacing of about 25 feet and leaving any natural vegetation around them which does not interfere with their development. Such a planting may lead to a pure stand when the trees are large, but only during the last few years of the rotation. At this time the ultimate result of mixed plantings can only be a matter of conjecture. This practice deserves early and intensive research.

Weeding and Vine Cutting

The high cost of weeding and vine cutting in the past was largely due to efforts to save plantations of species not adapted to the sites. Tree growth was slow, greatly prolonging the period during which weeding was necessary. Weeds and vines were generally not the primary cause of plantation failures but they were a contributing cause in that frequent weeding over a long period made plantation establishment prohibitive and if weedings are delayed tree seedlings might actually be smothered by vines and weeds. In a few locations badly overrun with such vines as *Dioscorea* sp. reforestation with most species might be a risky proposition.

Weeding and vine cutting costs have recently been greatly reduced as a result of better selection of species. On adverse open sites species such as roble (*Tabebuia pallida* Miers) and maría (*Calophyllum antillanum* Britton) are very aggresive and require only two or three weedings. On such sites less aggresive but very rapid growing species can also be established with a minimum of weeding. Pino (*Casuarina equisetifolia* Forst) and eucalipto (*Eucalyptus* spp.) are examples.

The more sensitive species, those which have required weeding over an excessively long period in past plantings, can be more cheaply established under a light forest canopy which prevents heavy weed growth yet provides sufficient light for the young trees. This technique does not eliminate the need for weeding, but reduces the task to two or three cheap treatments.

Pruning

Pruning has been done on only a very small scale. The study indicates that pruning will seldom be very necessary in Puerto Rico if plantations are properly managed. The reason is that dead branches are almost immediately consumed by termites and disappear. The control of form then is very largely a matter of spacing. Close spacing assures well formed trees with no low branches, almost regardless of species. Conservative thinnings need not produce epicormic branches. The number of malformed trees in a closed plantation is generally so small that they can all be removed in the first thinning.

Liberation

Liberation of plantations has been necessary in areas where the trees were es-

tablished at close spacing beneath a shelterwood. An outstanding instance is the caoba venezolana *(Swietenia candollei* Pittier) at Río Abajo, where large trees were eliminated by charcoal cutters or by girdling. Girdling, to be successful, requires removal of a ring of bark 6 inches wide. Bananas which had been interplanted had to be cut back repeatedly. A lesson learned was the importance of locating underplanted trees under the openings in the canopy so that a minimum of liberation would be necessary. Great care is needed in lowering a large tree through a planted understory of 10 or 15 foot saplings. Girdling of large trees in the shelterwood is used very often to reduce damage to the underplanted trees.

SPECIES ADAPTABILITY

Agathis australis (Lamb.) Steud, Kauri pine

A few trees planted in the open at Maricao on a lower slope in Rosario clay average 4 inches in diameter and 16 feet in height after 10 years. The largest tree was 7 inches inches in diameter and 20 feet tall. They are thrifty and of good form, and show promise for ornamental purposes.

Andira jamaicensis (W. Wright) Urban, Moca

Moca was direct sown over a large area at Carite on weedy degraded sites. It was a complete failure. Germination was fair but the seedlings made no growth and were finally dominated by competing vegetation. At Guajataca considerable mortality of seedlings was due to mice. Growth was slow also and the stand was very irregular. Growth was as shown in Table 2.

At Río Abajo moca was direct seeded in an open valley in a degraded soil. Survival was high after 4½ years but the trees were only 2 to 4 feet tall.

The failure of moca may well be largely due to an intolerance of the exposed degraded soils where it was sown. It appears to be a species of climax forests. Natural reproduction is common in closed stands, and moca should be accepted as a satisfactory species in secondary forest. Its growth, even under good forest conditions, is slow, however, so no further trials of artificial regeneration appear warranted at this time.

Avicennia nitida Jacq., Mangle negro

Both wildings and seeds of mangle negro were used in reforestation. Wildings gave very low survival. The results of broadcasting, which was done many years ago, are no longer evident. Mangle blanco (*Laguncularia racemosa* L.) is apparently of equal utility and regeneration has been more successful, so no further work with mangle negro is suggested at this time.

Aleurites trisperma Blanco, Tung oil

Plantations established at Maricao in a protected lower slope in Rosario clay have produced thrifty trees of good growth. At Río Abajo. Survival of potted seedlings was satisfactory and the trees outgrew contiguous forest tree seedlings of same age. Trees were thrifty but of a wide crown.

Table 2.—**Average annual growth of moca at Guajataca**

Site	Locations	Average age	D.B.H. Growth		Height Growth	
			Ave.	Max.	Ave.	Max.
	No.	Years	Inches	Inches	Feet	Feet
Lower Slope	2	9	0.11	0.22	0.7	1.2

Byrsonima spicata (Cav.) DC., Maricao

Maricao has been planted on a small scale. Germination of the seed in the nursery is slow and erratic. A planting on a slope of degraded clay soils was growing slowly at Carite. In an open valley at Río Abajo initial survival was 60 percent, later reduced to 48 percent. The trees were thrifty, of good form, and 3 feet tall after 3 years. No insect or disease problems have been noticed. Further research is necessary to reduce mortality.

Castilla elastica Cav., Caucho

A small planting of caucho was made at Río Abajo in a valley bottom. Trees grow rapidly and produce abundant natural reproduction. Trees seem to require forested conditions, abundant moisture and good soil.

Calophyllum antillanum Britton, María

María has been widely used in reforestation because it is hardy, aggressive and it can be established easily by direct seeding. At Maricao it has proved to be the best species for exposed sites. Average annual growth there is shown in Table 3. A 27-year-old plantation has developed very well on degraded Nipe clay. The average diameter is 5 inches; the maximum 10 inches. The average height is 40 feet; the maximum 54 feet. A dense part of this plantation had attained 173 square feet of basal area per acre and is in need of a heavy thinning.

At Susúa 5-year-old plantations in the valleys and on the lower concave slopes average 1.5 inches in tree diameter, with a maximum of 2 inches. Average and maximum tree heights are 8 and 10 feet respectively.

At Guajataca maría was sown on all sites and the results to date are as shown in Table 4.

Table 3.—**Average annual growth of maría at Maricao**

Site	Locations	Average Age	D.B.H. Growth		Height Growth	
			Ave.	Max.	Ave.	Max.
	No.	Years	Inches	Inches	Feet	Feet
Valleys and lower concave slopes	2	10	0.25	0.45	1.8	2.2
Uniform slopes with northern or western aspect	7	10	0.22	0.31	1.0	1.4
Uniform slopes with southern or eastern aspect, upper slopes, ridges and degraded Nipe clay	3	7	0.18	—	0.7	—

FIG. 3.—*A 21-year-old stand of maría after being thinned to a basal area of 80 sq. ft. per acre. Plantation growing on a concave slope in the Maricao highlands.*

Table 4.—**Average annual growth of maría at Guajataca**

Site	Locations	Average Age	D.B.H. Growth		Height Growth	
			Ave.	Max.	Ave.	Max.
	No.	Years	Inches	Inches	Feet	Feet
Hilltops	8	6	0.36	0.43	1.6	2.2
Lower slopes	1	9	0.28	—	2.8	—
Sinkhole bottoms	2	6	0.43	0.56	2.9	3.9

Plantation development on a rocky upper slope exposed to the eastern winds at Guajataca is shown in Table 5. This 9-year-old pure plantation. The large number of poorly formed trees is partly due to the poor site but could have been lessened by closer spacing of this plantation. The trees were spaced 6 x 6 feet but many blank spaces resulted. Many trees are flat-topped because of the wind. A heavy pruning made some years ago resulted in epicormic branching since the stand is open.

Table 5.—**Development of maría plantation at Guajataca** Pure—9 years

D.B.H.	Tree form and number per acre		
	Good	Poor	Total
Inches	No.	No.	No.
1	8	28	36
2	152	180	332
3	124	76	200
Total	284	284	568

At Río Abajo establishment has been successful on the lower slopes. Plantings were very mixed and do not provide good growth data as yet.

In the southern part of the Carite Forest (Patillas) maría has proven better adapted to the lower rocky slopes than any other species tested. After 7 years maría trees were 2 to 3 inches in diameter and 12 to 15 feet in height. María is also growing well on the uniform slopes in the wetter part of the forest.

María sowings failed on Mona Island, apparently because the climate is too dry.

This species reproduces abundantly and is relatively free of insect pests and diseases. Its perpetuation after initial establishment should not be difficult.

Casuarina cunninghamiana Miguel, Pino

Of 8,800 trees planted on a degraded Nipe clay at Maricao in 1924 about 400 remained in 1945. They were from 2 to 5 inches in d.b.h. and 15 to 35 feet in height. This species looks more thrifty than an adjacent planting of *C. equisetifolia* Forst but it has never formed a closed canopy and seems unadapted to this poor site.

Casuarina equisetifolia Forst, Pino Australiano

Pino has been planted extensively only at Río Abajo, Maricao and Mona Island. The Río Abajo plantings have been confined to open valleys which had been degraded by farming. Survival has been satisfactory after an initial low survival. Replanting was done where necessary. Growth has been very rapid, the trees reaching 8 feet in height in 1 year. After 4 years the average d.b.h was 3 inches and the maximum was 5 inches. Average height was 30 feet. On the degraded red soils of the open valleys (Moca clay) pino rapidly improves the soil. Heavy needle-drop kills out herbaceous vegetation and forms a thick mat, beneath which the soil becomes more porous.

At Maricao on a degraded Nipe clay south slope 20-year-old trees averaged only 1 inch in diameter and 6 feet in height. The tallest trees were 25 feet in height but form was poor and the trees were chlorotic. The history of this planting is not well-known, but it is reported that fire swept through it at least once. Another 20-year-old planting on a west slope had an average diameter of 4 inches and an average height of 30 feet with maxima of 8 inches and 60 feet respectively. The trees were chlorotic and thin crowned. Both of these plantations are considered failures.

At Mona Island pino has grown very well on the beach sands. Planting was done with a ball of earth and planted trees were watered occasionally during the first few months. Twelve-year-old stands were 4 to 10 inches in diameter and 70 to 80 feet tall. Tree form is good everywhere except in one small area where a combination of saline soil and sea blast has killed back the upper limbs of the trees.

Cedrela mexicana Roem., Cedro español

Efforts to regenerate cedro español have been made throughout the Caribbean area with generally poor results (3, 4, 5, 6, 7, 8, 11). Between 1923 and 1929 about 140,000 seedlings were planted at Maricao. Still larger plantings were made at Maricao, Carite, and Río Abajo between 1935 and 1938. With the possible exception of a small stand at Maricao, these plantations were all complete failures, regardless of site. The remaining plantation at Maricao, ten years old is located on a lower concave slope on a loose stony Rosario clay. The trees average 5 inches in d.b.h. and 15 feet in height.

A clear explanation of the failure of cedar is not at hand. This species is not adapted to degraded soils and might be more successfully established by underplanting at a wide spacing, selecting carefully a favorable microenvironment for each tree.

Cedrela odorata L., Cedro hembra

Recent experimental plantings of cedro hembra indicate that this species is as sensitive to site as *C. mexicana*. On a lower slope at Río Abajo the largest trees in a 5-year-old plantation were 10 feet tall. Growth was variable. At this time it was believed that the trees had passed the usual difficult period of adjustment. On a well-drained uniform slope at Guilarte 3-year-old trees were 3 to 5 feet tall. Shoot borer attack is generally severe in the open, less so under a light shade. Widely spaced underplantings should be tested further.

Coccolobis grandifolia Jacq, Moralón

A 10-year old plantation on an exposed degraded Nipe clay ridge at Maricao averaged 9 feet in height, with the tallest trees 15 feet. Diameter varied between 1 and 2 inches. Form is good and the trees are thrifty despite the fact that this site is one of the most adverse in the island.

Colubrina arborescens (Mill.) Sarg. Avellelo

Plantings made from 1937 to 1938 on the best sites at Río Abajo, Guajataca, Guilarte, Susúa, and Mona Island have all been disappointing. Survival was low, the trees grew slowly, and were of poor form. At Guilarte 6-year-old trees were 1 inch in diameter and 6 feet in height. Another plantation, however, made with seed collected at higher elevation near the forest, survived well and grew rapidly, the trees averaging 8 feet in height after 5 years. The trees were luxuriant with large leaves. Previous plantings had been made in all sites with seed from the dry forests at Guánica, where this species is only a small tree and probably a different species or variety. The superiority of the larger and faster growing variety had not been recognized at that time. Future plantings should be made with the larger type which is common in the more humid sections of the limestone areas.

Cordia alliodora R. & P., Capá prieto

Capá prieto is one of the most promising species planted to date. It was planted extensively on the better sites at Carite, Río Abajo, and Guilarte. Survival is generally low but the remaining trees are generally developing well. Capá prieto everywhere grows best on loose soils derived from diorites and shales. At Carite a plantation located on a uniform slope and established beneath mixed coffee shade attained an average diameter of 5 inches after 9 years. Average and maximum tree heights were 35 and 45 feet respectively. The trees were vigorous and of good form. They were liberated when 9 years old.

Capá prieto is native to Guilarte, and plantations there have developed well. The growth of a plantation at Guilarte is seen in Table 6.

Table 6.—**Average annual growth of capá prieto at Guilarte**

Site	Locations	Average Age	D.B.H. Growth		Height Growth	
			Ave.	Max.	Ave.	Max.
	No.	Years	Inches	Inches	Feet	Feet
Lower slope	3	6	0.37	0.50	1.9	2.4

At Río Abajo 3-year survival was less than 40 percent. Plantings even on lower slopes gave high initial survival but died because of root rot and defoliation by the Spanish elm lacewing bug (*Monanthia montropidia*) (13) and leaf spot which was serious during dry years.

At Guánica an outstanding early plantation developed on a fertile soil in a valley. Trees planted in 1922 had attained an average diameter of 3.5 inches and a height of 15 feet in 10 years. Form was excellent and the stand was very thrifty.

Past experience shows the necessity of producing high quality nursery stock of capá prieto. Stock which is subject to leaf spot or is spindly cannot become established rapidly in the field. Cut back nursery or wilding stock the diameter of a pencil or more can give high survival and fast growth.

Capá prieto appears suited to underplanting. Preliminary tests indicate that it can make rapid early growth under light shade. Underplanting at wide spacing may reduce the severity of insect attack.

Cytharexylum fruticosum L., Péndula

Plantations of this species were established only on degraded Nipe clay at Maricao. One plantation which possibly had been subject to fire contained unthrifty trees which had died back several times. The largest trees were 1 inch in diameter, and heights ranged from 3 to 8 feet. Another 10-year old stand on a high ridge ranged from 2 to 10 feet tall and from 1 to 1½ inches in diameter. Recent experimental plantings on more favorable sites indicate that further trials would be desirable.

Dalbergia sissoo Roxb., Dalbergia

At Carite, one plantation, established on a slope in a degraded clay soil failed. Survival was low and the remaining trees were killed by weeds and vines or by a type of gummosis. Further tests with this species do not appear warranted.

Dipholis sintenisiana Pierre & Urban,, Espejuelo

More than 200 pounds of seed of this species were sown at Maricao in a dry exposed slope in Rosario clay. Little or no germination took place. Further study of this species is desirable.

Eucalyptus sp., Eucalipto

A species of eucalyptus until recently believed to be *E. resinifera* J. E. Smith is now in doubt. It is characterized by thin bark which peels off in long strips, leaving a smooth trunk. It has been identified as *E. kirtoniana* which is closely related to *E. resinifera* and has been named also as a variety of the latter.

This species survives and grows well in the mountains, even on adverse sites. Ten-year-old trees on a lower slope at Guilarte averaged 14.5 inches d.b.h. and 65 feet in height, somewhat larger than the trees of *E. robusta* with which they were mixed. Scattered open-grown trees of the same age growing on the edges of swamps in the open valleys at Río Abajo are up to 15 inches in diameter 50 to 60 feet tall. A few trees planted on degraded Nipe clay at Maricao have grown as rapidly as the more extensive plantation of *E. robusta* there.

FIG. 4.—*A 12-year-old tree of Eucalyptus sp. along a trail on a uniform slope at Guilarte*

Eucalyptus robusta Smith, Eucalipto

Eucalyptus robusta has proven to be one of the most rapid-growing species in the mountains. Survival is high and the trees are generally of good form. The tree is so shade intolerant that it self-prunes rapidly, and stands admit so much light that a dense understory develops, making difficult the perpetuation of this species but providing a good environment for underplanting.

A 22-year old planting on a uniform western slope at Maricao produced trees up to 17 inches in diameter and from 55 to 65 feet in height. When cut, this plantation sprouted vigorously. A four-year-old planting on degraded Nipe clay reached 1.5 to 3.5 in d.b.h. and 8 to 12 feet in height. The trees had clearly dominated weed growth.

At Carite on a uniform slope a 10-year old planting had produced trees averaging 8 inches in diameter. The basal area of this planting was 110 square feet per acre and a thinning was desirable.

At Guilarte this species proved to be one of the best for planting degraded soils on exposed ridges. On a lower concave slope a 10-year-old plantation had an average diameter of 13 inches and an average height of 55 feet.

At Río Abajo on an eroded red soil in an open valley beside a stream 5-year-old trees were 4 inches in diameter and 20 feet tall. Here this species grew much more vigorous-

ly than *E. alba, E. propinqua,* and *E. tereticornis.*

Fraxinus sp., Fresno

This species, possibly *F. americana,* was introduced from Hawaii. It was planted extensively on degraded Nipe soils at Maricao. Only a small area on a protected western slope has developed. After 10 years these trees have average and maximum diameters of 2 and 5 inches, respectively, and average and maximum heights of 10 to 20 feet. Most of the trees are of poor form, with wide spreading crowns.

Grevillea robusta Cunn., Roble de seda

Twenty trees were found in a 19-year-old plantation on a uniform western slope at Maricao. The largest trees were 9 inches in diameter and 35 feet tall. These trees were so heavily attacked by scale insects, that further planting is not recomended.

Guaiacum officinale L., Guayacán

Both direct seeding and planting of this species were attempted at Guánica. Direct seeding is not dependable because of low germination or death of young seedlings during dry weather. Planting with bare-rooted seedlings apparently failed because most of the trees were pot-planted. A 13 year-old plantation using potted seedlings established beneath a light overstory of *Leucaena glauca* has grown to an average height of 4 feet and a maximum tree height of 8 feet. The stand is vigorous in appearance and about 600 trees per acre remain. This growth is slow but the site is too adverse for most other species tested.

Guarea trichilioides L. Guaraguao

Plantings of guaraguao were limited to Carite and Guilarte where it is one of the most satisfactory species. It grows well when underplanted producing trees of good form and free from the shoot borer. Planting in the open generally fails. Average annual growth on a lower concave slope at Guilarte is as shown in Table 7.

Haematoxylon campechianum L. Campeche.

A plantation established in a protected valley at Guánica grew to an average diameter of 6 inches in 18 years. The trees were spreading and have not yet produced much dyewood. Natural reproduction is abundant, and the species may become a weed. No further testing seems warranted.

Hyeronima clusioides (Tul.) Griseb., Cedro macho

Cedro macho, one of the more attractive native furniture wood species, has not been widely planted because of low seed germination. Trees in a 10-year-old plantation on a degraded soil in an open valley at Río Abajo have an average d.b.h. of 3 inches and a height of 20 feet. Form is excellent. This plantation was established with pot-planted stock. The capacity of bare-rooted seedlings to survive is unknown.

Table 7.—**The average annual growth of guaraguao at Guilarte.**

Site	Locations	Average Age	D.B.H. Growth		Height Growth	
			Ave.	Max.	Ave.	Max.
	No.	Years	Inches	Inches	Feet	Feet
Slope	3	5	0.28	0.41	1.9	2.8

Hymenaea courbaril L., Algarrobo

Algarrobo has been direct seeded at Susúa on a dry slope of Rosario clay and in the lower southern part of the Carite forest on a humid slope with clay loam soil. Survival was low and growth very slow. In both cases direct seeding was done in the open on a dry hot slope in Susúa and with severe competition from brush and weeds on Carite. Experimental direct seeding and planting under an overstory under more favorable conditions have been very satisfactory.

Laguncularia racemosa L., Mangle blanco

Plantings on mangrove soils subject to deposition of sand have failed, apparently because such sites are becoming more adverse for mangrove. On the land side of the lagoon where the deposition is chiefly silt and clay a very successful plantation was established at Piñones. Fern and grass growth was cleared and burned and wildings were planted. Survival was fair and at the end of 8 years the average diameter was 3 inches and many trees were being cut for posts.

Lucuma multiflora A. DC., Jácana

Jácana has been direct seeded in Guajataca and in the mountain forests of Guilarte. Germination is high and tree form is generally good. It is sufficiently tolerant to withstand underplanting. Jácana has proven adapted best to lower concave slopes. On exposed sites, especially where the soil has been worn out by farming, jácana becomes chlorotic and does not grow. In Guilarte seven-year-old trees on concave slopes were 1-1/2 to 2-1/2 inches in d.b.h. and 18 to 20 feet tall. This species proved capable of coming through a thick growth of Guinea grass on lower slopes at Guajataca.

Magnolia portoricensis Bello, Jaguilla

Planting of jaguilla has been limited by low seed germination. A plantation made in an open valley at Guilarte using potted seedlings shows the desirability of testing underplanting. Survival was high but the trees have grown only to 10 feet in 8 years and they appear to be making practically no growth. Their leaves are thick, yellowish and curled, indicating a need for shade.

Montezuma speciosisima Sessé & Moc., Maga colorada

Maga, which produces a termite-resistant furniture lumber, was one of the most widely planted species. The best plantations are located at Río Abajo in the sinkhole bottoms. A 5-year-old planting has an average diameter of 2.7 inches and an average height of 20 feet. After 9 years the same plantation averaged 3.6 inches in diameter and 58 square feet of basal area per acre. Diameter growth was clearly decreasing. The intolerance of the species was indicated by self pruning to ¾ of the stem height. On degraded soils in open valleys within the same forest maga becomes chlorotic and stops growing after about 3 years. The trees lack vigor and do not appear destined to develop properly.

Plantations at Guajataca were generally inferior to those at Río Abajo in spite of the fact that maga is native to the area. Survival was low due to greater exposure on most sites. In a sinkhole bottom, a 5-year-old widely spaced plantation trees averaged 3 inches in diameter and 20 feet in height.

At Carite in the lower river valleys at the southern edge of the forest the best 6-year old stands were 3 to 4½ inches d.b.h. and 18 to 25 feet tall. Many trees were of poor form.

Poor tree form has been a discouraging factor in maga plantations. Survival is high on good sites but after 3 or 4 years trees adjacent to a failed spot or other opening generally become limby. Pruning of such trees produces an abundance of epicormic branches and swellings on the bole. Objections have been raised to planting maga near cotton producing areas since the pink boll worm (*Pectinophora gossypiella*) may spend part of its life cycle in maga fruits

(13). The leaves and branches are sometimes heavily attacked by scale insects, often killing twigs and small branches and making the tree very unsightly.

Petitia domingensis Jacq., Capá blanco

Capá blanco was planted in all of the forests but the largest plantations were at Maricao, Susúa, and Guajataca. Twenty-year-old plantings on degraded Nipe clay at Maricao contained only a few shrubby trees. In a protected location the average d.b.h. was 4 inches and the average height was 18 to 20 feet. Growth in younger plantations on lower slopes in this forest was low. Nine-year-old trees in two locations averaged 0.07 inch in annual diameter growth and 0.6 foot in height growth.

At Susúa direct seeding failed and even planting was generally unsuccessful. In a valley bottom a 7-year-old plantation averaged 4 to 5 inches in diameter and 8 feet in height, with the tallest trees to 20 feet.

At Guajataca capá blanco has outgrown Dominican mahogany but the trees are generally poorly formed except on the lower slopes and in the sinkhole bottoms. Average annual growth is seen in Table 8.

At Río Abajo 7-year-old trees on a degraded soil in an open valley were 2 to 4 inches in diameter and 12 to 15 feet tall. In a sinkhole bottom an 8-year-old plantation averaged 3.5 inches in diameter and 30 feet in height. This is the best plantation in any forest.

At Guilarte 9-year-old open plantations on lower slopes were growing 0.35 to 0.65 inches in d.b.h. annually and 2.4 to 3.5 feet in height annually. The trees are poorly formed but vigorous in appearance.

Capá blanco generally survives well and competes satisfactorily with vines. Close planting is necessary to avoid branchy crowns. Mixed plantings have not been successful since the intolerant capá blanco must either dominate or it becomes suppressed and stops growing. In poor sites particularly in dry localities trees stagnate and are poorly formed. Capá blanco apparently should not be planted on sites sufficiently favorable for mahogany and other high grade furniture wood species.

Ocotea moschata L., Nuez moscada

Direct seeding of nuez moscada at lower elevations in Carite is very promising. A plantation established on a slope in a humid site of better than average fertility, reached an average diameter of 2 inches and a height of from 8 to 18 feet in 7 years. The trees are thrifty and of excellent form.

Prosopis juliflora (Sw.) DC., Bayahonda

There is some difficulty in separating planted from naturally established bayahonda since natural reproduction is generally abundant near plantations. A 20-year-old plantation established by direct seeding was found in a valley at Guánica. Diameters averaged 10 inches, with a maximum of 14 inches and the trees were about 15 feet tall. The trees were very thrifty, and spreading in form. A second planting, located on the

Table 8.—**Average annual growth of capá blanco in Guajataca**

Site	Locations	Average Age	D.B.H. Growth		Height Growth	
			Ave.	Max.	Ave.	Max.
	No.	Years	Inches	Inches	Feet	Feet
Hilltops	1	7	0.43	0.71	2.1	2.9
Lower slopes	1	5	0.50	0.70	2.0	3.6

coastal sand at Guánica, had trees 10 inches in diameter and 15 feet in height after 19 years.

Direct seeding has generally resulted in incomplete stocking because of low germination. The pods are attacked by a Bruschid weevil while still on the tree so pods collected on the ground are generally heavily infested, with germination as low as 6 percent. Cattle like the fruits and contribute materially to the natural dissemination of this species.

Open-grown 20-year-old trees have been found to grow slowly, much more so than their average growth prior to that age. Bayahonda should apparently be managed on a 10-15 year rotation for posts or ties.

Rhizophora mangle L., Mangle colorado

Mangle colorado is best adapted to the margins of canals or the deeper areas on the exposed edge of the mangrove. On drier areas it does not compete well with mangle blanco (*Laguncularia racemosa* L.) or mangle negro (*Avicennia nitida* Jacq.). Seed is collected by boat, and the radicles are pushed into the mud. On a favorable site at Piñones trees 5 to 8 years old were 1 to 2 inches in diameter and 8 to 12 feet tall. Survival was high.

Mangle colorado should not be planted in areas subject to sand deposition. Such areas have apparently developed to a stage that is better suited to the other species. Burning of ferns proved a desirable practice where they were dense (9).

Sciacassia siamea (Lam.) Britton Cassia de Siam

A 5-year-old plantation established in a valley at Guánica averaged 18 feet in height. Most trees were forked. Stumps from some of the trees which were recently cut sprouted vigorously.

At Maricao on a lower slope of Rosario clay a 10-year-old plantation reached 10 inches in d.b.h. and 22 feet in height. Average d.b.h. and height was 3 inches and 20 feet respectively. Most trees were poorly formed and not promising.

Sideroxylon foetidissimum Jacq., Tortugo amarillo

A plantation established at high elevation at Carite is stunted and the trees are unable to compete with other vegetation. This species is probably better adapted for planting in the limestone region of the north coast where it is native.

Swietenia macrophylla King., Caoba hondureña

Caoba hondureña has proven unadapted to a large area of degraded soils which had been worn out by farming. Survival is generally high except in dry areas such as Maricao and Susúa. Shoot-borer attack may be severe on poor sites. The roots do not develop well on heavy wet soils with the result that many trees are blown over.

On protected sites with good soil caoba hondureña grows rapidly and with good form. The best site found for this species is the sinkhole bottoms at Río Abajo. On this site bananas or old coffee shade proved beneficial for the first few years. After 6 years trees average 3 inches in diameter and from 20 to 25 feet in height. After 10 years diameters averaged 4 inches and heights reached 40 to 50 feet. Heavy thinnings were made when the stand was 10 to 11 years old.

At Guilarte extensive plantings on degraded red clays have failed. The trees were spindly and were making no growth after about 10 years. A few trees located on protected concave slopes may eventually produce timber.

Failures also resulted from plantings on similar sites at Carite, Maricao, and Susúa. In the last two localities dry weather at time of planting contributed to a low survival. A few trees on lower concave slopes at Susúa averaged 3 to 4 inches in diameter and 12 to 15 feet in height after 9 years.

FIG. 5.—*An 11-year-old stand of Honduras mahogany on one of the best sites, a sinkhole bottom in Rio Abajo, right after first thinning.*

Swietenia mahagoni Jacq., Caoba dominicana

Caoba dominicana is best adapted to the relatively dry areas along the northwest, southwest, and south coasts, within annual precipitation ranges of from 30 to 70 inches. Plantations have failed in the central mountains.

The best plantations in the Insular Forests are those established over serpentine or limestone parent material. Within these areas the trees grow best on protected lower slopes. Here growth is rapid and tree form is generally good.

At Guajataca tree growth has been as shown in Table 9. It is seen that at Guajataca a strong relationship to topography is not evident. Slopes facing the north or west produce taller trees than those exposed to the south or east. Soil degradation as a result of farming is most pronounced in the sinkholes, a fact which tends to offset the beneficial factors found in this protected location. Degradation apparently has an important influence upon growth, tree form, and shoot-borer attack.

Data from a quarter-acre sample plot in a 6-year-old plantation in a sinkhole bottom

Table 9.—**Average annual growth of caoba dominicana at Guajataca**

Site	Locations	Average Age	D.B.H. Growth		Height Growth	
			Ave.	Max.	Ave.	Max.
	No.	Years	Inches	Inches	Feet	Feet
Hilltops	10	7	0.37	0.53	1.8	2.4
Lower slopes	2	8	0.43	0.57	2.5	2.9
Sinkhole bottoms	5	8	0.44	0.53	1.8	2.2

at Guajataca are summarized in Table 10. Table 10 shows 56 percent of the trees to be of poor form. This is due to shoot borer attack and/or site degradation due to previous cultivation of the soil.

At Susúa pot-planting was required for high survival (12). Growth is somewhat slower than at Guajataca yet this is by far the best species planted on most of the sites. A summary of growth at Susúa is shown in Table 11.

At Maricao plantations failed generally on degraded soils. Only in a few protected areas have the trees developed well. Even there, growth is slower than at Susúa. Growth rates at Maricao are summarized in Table 12.

Table 10.—**Six-year-old caoba dominicana plantation at Guajataca**

D.B.H.	Tree Form and Number per Acre		Total
	Good	Poor	
Inches	No.	No.	No.
1		8	8
2	32	120	152
3	192	188	380
4	60	24	84
Total	284	320	624

Table 11.—**Average annual growth of caoba dominicana at Susúa.**

Site	Locations	Average Age	D.B.H. Growth		Height Growth	
			Ave.	Max.	Ave.	Max.
	No.	Years	Inches	Inches	Feet	Feet
Valleys and lower concave slopes	8	7	0.33	0.45	1.6	2.0
Uniform slopes with northern or western aspect	11	7	0.27	0.41	1.3	1.7

Table 12.—**Average annual growth of caoba dominicana at Maricao.**

Site	Locations	Average Age	D.B.H. Growth		Height Growth	
			Ave.	Max.	Ave.	Max.
	No.	Years	Inches	Inches	Feet	Feet
Valleys and lower concave slopes	1	18	0.17	0.28	1.00	1.22
Uniform slopes with northern or western aspect	2	8	0.19	0.28	1.25	1.56

At Guánica survival has been low because of prolonged drought. The use of tarpaper pots has given the best results to date. Low survival has resulted in widely spaced plantings and spreading tree crowns. One plantation 13 years old on a valley bottom had trees 12 to 16 feet tall and was just beginning to form a closed canopy. Shootborer attack had been heavy. A sample plot in this plantation is summarized in Table 13.

Table 13.—Diameter distribution and condition of caoba dominicana tree at Guánica

D.B.H.	Good	Poor	Total
Inches	No.	No.	No.
1	4	4	8
2	16	8	24
3	16	24	40
4	48	20	68
5	80	8	88
6	68	4	72
7	4	—	4
Total	236	68	304

Seventy-eight percent of the trees were of good form. Those of poor form are generally the largest. The smaller trees, some of which are replants have grown straight as a result of side shade from the larger trees. The average annual diameter growth at 15 years in this plantation is summarized in Table 14. The average growth rate compares favorably with plantations elsewhere on the island.

Table 14.—Average diameter growth of caoba dominicana at Guánica

Crown class	Trees	Average annual DBH growth
	No.	Inches
Dominant	5	0.32
Codominant	54	0.34
Intermediate	18	0.26
Total	77	Ave. 0.32

FIG. 6.—*A very successful 12-year-old plantation of caoba dominicana on the sandy coastal plain of Mona Island. Trees are unusually well formed.*

At Río Abajo where the soils are more highly leached because of higher rainfall the results of planting caoba dominicana have been very discouraging. Survival was low, never above 30 percent (using bare-rooted stock). After 7 years the trees are 2 inches or less in diameter and less than 10 feet tall. The trees look somewhat better on the warm east and south slopes. Shoot-borer damage is common but apparently is not the primary cause of failure.

At Mona Island the trees had to be watered until they became established. Seven-year-old plantations on the coastal plain are 4 inches in diameter and 15 feet in height. This is more rapid growth than on most sites in Puerto Rico.

Summarizing the experience with caoba dominicana, it may be said that degraded open areas should be avoided. Underplanting or interplanting with brush or other natural tree growth is desirable as brush or low forest offers favorable ecological conditions. A spacing of 20 feet each way can provide a closed stand purely of mahogany late in the rotation. Shoot-borer attack tends to be less in such plantings.

The worst pests of caoba dominicana are the shoot borer (*Hypsipila grandella* Zeller) (13) but its attack can be lessened as already described. Another less important insect pest is the apate borer (*Apate monachus*) (13). The leaf blight (*Phyllosticta swietenia* sp. nov.) (1) causes defoliation both in nurseries and in plantations, but is apparently of little importance to tree growth or survival.

Direct seeding of caoba dominicana has proven successful in the limestone region of the north coast where about 60 inches of rain falls annually. Preliminary tests failed at Guánica because of extreme drought. Further tests should be made under more favorable conditions since this practice greatly reduces costs when compared with pot-planting.

Tabebuia pallida Miers, Roble

Roble, a pioneer species which produces good posts and poles, has only been planted recently in the Insular Forests and plantations were still too small to provide growth data of value. On the lower edge of the Carite Forest on a degraded heavy clay slope the use of cuttings gave low survival but produced a few good trees. At Guilarte wilding stock has survived well and grown rapidly on severely eroded exposed slopes. This species merits more attention for reforestation of adverse sites.

Tectona grandis L., Teca

Teak was not planted extensively in any forest but a few trees are found in all forests except Guánica. Teak grows best on fertile, well-drained soils at low elevation, where it makes spectacular growth and produces well-formed trees. It has failed in the humid mountains. Young plantations require thorough weeding or intercultivation. No injurious insect attacks or diseases have been found.

At Río Abajo one of the best plantations is located in an open valley (Lares clay) in an area which had previously been cultivated for tobacco and food crops. After 7 years average d.b.h. was 4 inches and average height was 22 feet, and 75 percent of the trees were classified as of good form. After 11 years the average diameter was 4.8 inches and the average height 40 feet. The stand had a basal area of 90 square feet per acre and was thinned to 74 square feet. Another 10-year-old planting in the open valley near a stream had an average d.b.h. of 6.3 inches and an average height of 35 feet.

At the lower southern edge of the Carite Forest (Patillas) the best plantation found in the island is located on an alluvial soil. After 10 years these trees average 6 inches in diameter and 45 feet in height. Basal area ranges from 100 to 130 square feet per acre. Tree form is excellent. Nearby, however, on steep slopes 7-year-old trees average 2-½ inches in d.b.h. and 12 feet in height, and they are of poor form.

Teak appears to require better soils than Puerto Rico can afford to provide. Therefore, no great expansion of plantations of this species is to be expected in government

forests. In farms where better sites are available and where only few trees are planted it might become a popular species to grow on short rotations for posts and poles.

Tetragastris balsamifera (Sw) Kuntze, Masa

Only a very small area was planted to masa in the Insular Forests. This was on a favorable slope at lower elevations at Carite. All seedlings died, probably because this species does not transplant well without a ball of earth. Further study of this species is needed.

Vitex divaricata Sw., Higuerillo

Higuerillo, a durable construction timber species, was planted at Carite and Guilarte. At Carite very few trees remain, and these are not thrifty. At Guilarte survival was apparently about 40 per cent. Growth has generally been slow but it is sensitive to topographic position. Tree form is only fair, and there are no serious insect pests or diseases, although the foliage is occasionally attacked by a leaf roller. Table 15 presents growth data from a favorable site at Guilarte.

Zanthoxylum flavum Vahl - Aceitillo

Aceitillo produces the most highly prized furniture wood in the island. Planting work has been limited by limited seed sources and very low germination. Small plantings were made at Guajataca in the sinkhole bottoms. Stock was transplanted with a ball of earth and survival was very high. After 11 years the average and maximum diameters were 2.5 and 4 inches respectively. Heights were 18 and 22 feet respectively. Judging by the thrifty appearance of naturally established trees, this species can be expected to grow well in the lower slopes of the limestone hills. Bare-root planting may also prove successful. The tree forms a small crown, and may be suited to underplanting beneath openings. Underplanting at wide spacing might prove to be the best use of the limited quantity of stock available. Naturally established trees at Guánica are being killed by an unknown disease.

CONCLUSIONS

The findings of this study lead to certain definite conclusions regarding the general condition of the plantations, the survival of the different species, the adaptability of species to various sites, factors responsible for losses, and desirable policies for the future. These conclusions are here presented.

General Conditions of Plantations

The plantations were classified in the field as to stocking, as a basis for estimates of future work. This classification is as follows:

1. Well stocked plantations.—Plantations in which planted trees of good form and satisfactory growth, or such planted trees with natural reproduction of the better species, constitute, or with release could form, an 80 percent of fully stocked dominant stand.

Table 15.—Average annual growth of higuerillo at Guilarte

Site	Locations	Average Age	D.B.H. Growth		Height Growth	
			Ave.	Max.	Ave.	Max.
	No.	Years	Inches	Inches	Feet	Feet
Lower slope	2	6	0.29	0.48	1.5	2.5

2. Understocked plantations.—All plantations not included in Class 1 above.

a. Forested. — The satisfactory trees, either planted or natural, forming a minor part of a stand composed chiefly of poor trees, which provides a complete canopy beneath which a shady forest environment exists.

b. Open.—The satisfactory trees, either planted or natural, not within a closed stand, and therefore on a site where the soil receives little shade and there exists a prominent herbaceous cover. The representation of each of these classes in the different forests is shown in Table 16.

The relatively large open areas at Guajataca and Río Abajo are the limestone cliffs and hill tops where plantings have failed and natural reforestation is low. Also included are some areas where farming is being permitted subsequent to planting failure, swamps, roads, etc. A large area of limestone cliffs and slopes is also reforesting naturally at Río Abajo. The large forested but understocked area at Guajataca includes mostly forested sinkholes in coffee. Unfavorable sites in exposed slopes and ridges in Susúa are being rapidly covered by natural reproduction.

PLANTING SURVIVAL

The different species varied widely in their capacity to survive the first year after being set out in the field. Bare-rooted seedlings of some hardy species survive planting well almost regardless of the site. Large-seeded species generally show the highest survival when direct seeded. Table 17 lists the species according to three broad survival classes, and is based upon all plantations and sites. Variable survival is often due to poor seed quality if direct sown or sensitivity to dry conditions.

Table 16.—**Stocking of Plantations in the Insular Forests**

Forest	Well stocked	Understocked		Total
		Forested	Open	
	Acres	Acres	Acres	Acres
Carite	1,923	654	245	2,822
Guajataca	1,321	576	307	2,204
Guánica	190	100	10	300
Guilarte	483	150	70	703
Mangrove (Piñones)	274	—	10	284
Maricao	2,021	653	40	2,714
Mona Island	379	40	—	419
Río Abajo	2,648	1,180	844	4,772
Susúa	994	792	—	1,786
Total	10,233	4,245	1,526	16,004

Table 17.—**Survival by Species**

High survival	Fair survival	Low survival
Aceitillo**	Algarrobo*	Aprín (direct seeded or planted)
Campeche	Bambú	Avelluelo
Caoba dominicana**	Caoba dominicana	Bayahonda*
Capá blanco	Caoba hondureña	Dalbergia

Table 17.—(Cont.)

High survival	Fair survival	Low survival
Cassia de Siam	Caoba venezolana	Espejuelo*
Cedro español[1]	Capa prieto	Mangle negro (wildings)
Cedro macho**	Guaraguao	Maricao
Eucalipto	Maga	Masa
Guayacán**	María*	Samán
Higuerillo	Moca*	Tabonuco
Jácana*	Pino	
Mangle colorado*	Pomarrosa	
Mangle blanco (wildings)	Tortugo amarillo	
Nuez moscada*		
Pomarrosa*		
Roble (wildings)		
Teca**		

* Direct-seeded
** Potted seedlings
1 High survival after planting is generally reduced considerably for lack of adaptability to many sites.

Overall survival and success in establishment can be further indicated by dividing the total number of trees planted and replanted by the area of plantations. Planting at the usual spacing of 6×6 feet requires 1,210 trees per acre. At 8×8 foot spacing the number per acre is 681. The success of potted seedlings on dry sites is shown by the low total number of trees planted, 629 per acre on Mona Island and 963 at Susúa. At Guánica, on the other hand, where bare-root planting was tried, a total of 2,999 trees per acre were required. The humid mountain forests of Carite, Guilarte and Maricao showed similar overall survival, averaging about 1,850 trees per acre. This indicates 50 percent replanting, part of which was the replacement of unadapted trees. Survival of bare-rooted planting was highest in the moist limestone forests. Broadcast sowing of mangle blanco and mangle negro in the mangrove required about 26,000 seeds per acre.

Species Adaptability

The observations and measurements made in the plantations form the basis for conclusions as to the adaptability of the species planted to their respective sites. A summary of these conclusions appears in Table 18. Species listed as "promising" appear to be well adapted for planting on the site in question and will yield the best products obtainable from the site. Species listed as "doubtful" are less likely to form successful plantations either because adaptability is still in question, as indicated by poor form, low survival, or slow growth or because more valuable species can be raised as for instance eucalipto and roble in the lower slopes and valleys. Species listed as "unsuccessful" did not survive after extensive trials because they are either not adapted to the climate or soil, or are susceptible to attacks of insects, diseases or rodents; or if they survived produced very poor trees.

The adaptability of jácana, capá prieto and guaraguao is greater under a shade cover. In the open they require the best sites but under a forest canopy these species do well on slopes and even on ridges. The effect of diseases and insects is variable. Site factors at Río Abajo are generally favorable for capá prieto yet this species was not recommended because it here suffers from root rot.

The very dry weather of Guánica and Mona Island makes impractical the planting of species which although well adapted to the site suffer high transplanting losses. An example is caoba dominicana when planted bare rooted.

Region	Forest	Site	Adaptability of species		
			Promising	Doubtful	Unsuccessful
Central and Eastern Mts.	Guavate (North and West portions of Carite)	Lower concave slopes and valleys	Capá prieto Guaraguao Maga Nuez moscada	Caoba hondureña Caoba venezolana María Eucalipto Tabonuco Maricao Jácana Higuerillo Roble	Teca Motillo Cedro español Masa Tortugo amarillo Caoba dominicana Dalbergia Moca
		Uniform slopes	Capá prieto Guaraguao Nuez moscada María (only in lower Guavate) Jácana Roble Eucalipto	Higuerillo Tabonuco Maricao	Teca Motillo Cedro español Masa Tortugo amarillo Caoba dominicana Caoba hondureña Caoba venezolana Dalbergia Maga Moca
		Upper convex slopes and ridges	Eucalipto María (only in lower Guavate) Roble	Tabonuco Maricao	Higuerillo Teca Motillo Cedro español Masa Tortugo amarillo Caoba venezolana Caoba hondureña Caoba dominicana Dalbergia Maga Jácana Guaraguao Capá prieto Nuez moscada Moca

Region	Forest	Site	Adaptability of species		
			Promising	Doubtful	Unsuccessful
	Lower Patillas (Southern portion of Carite)	Lower concave slopes and valleys	María Maga Teca	Capá blanco Casuarina Guaraguao Eucalipto Higuerillo	Cedro español Caoba dominicana Caoba hondureña Caoba venezolana
		Uniform slopes	María Eucalipto Capá blanco	Casuarina Guaraguao Maga	Cedro español Caoba dominicana Caoba hondureña Caoba venezolana Teca Higuerillo
		Upper convex slopes and ridges	María Eucalipto	Casuarina	Cedro español Caoba dominicana Caoba hondureña Caoba venezolana Maga Teca Higuerillo Capá blanco Guaraguao
	Upper Patillas (Eastern portion of Carite)	Lower concave slopes and valleys	Capá prieto Jácana	Roble Algarrobo María Eucalipto Maga Capá blanco Higuerillo	Cedro español Tortugo amarillo Caoba hondureña Caoba venezolana Caoba dominicana
		Uniform slopes	María Eucalipto Roble Capá prieto	Capá blanco Algarrobo Maga Higuerillo Jácana	Tortugo amarillo Caoba hondureña Caoba venezolana Caoba dominicana Cedro español

Region	Forest	Site	Adaptability of species		
			Promising	Doubtful	Unsuccessful
		Upper convex slopes and ridges	María Roble Eucalipto		Capá blanco Caoba venezolana Caoba dominicana Capá prieto Algarrobo Maga Tortugo amarillo Higuerillo Jácana Cedro español Caoba hondureña
	Guilarte	Lower concave slopes and valleys	Capá prieto Guaraguao Higuerillo Jácana Maga	Avelluelo Eucalipto Capá blanco María Roble	Teca Caoba hondureña Caoba venezolana Cedro español
		Uniform slopes	Capá prieto Guaraguao Higuerillo Jácana (avoid degraded sites) Roble Eucalipto	María Maga Capá blanco Avelluelo	Caoba hondureña Caoba venezolana Cedro español Teca
		Convex slopes and ridges	Roble Eucalipto	María Avelluelo	Teca Caoba hondureña Caoba venezolana Cedro español Maga Capá blanco Higuerillo Guaraguao Jácana Capá prieto

Region	Forest	Site	Adaptability of species		
			Promising	Doubtful	Unsuccessful
Limestone areas	Río Abajo	Open rolling areas (This site includes a narrow valley of residual erodible red soils that have been intensely cultivated and is thus degraded and at present not suited to many species)	Teca María Casuarina Cedro macho	Capá blanco Maga Eucalipto (good along swamps)	Caoba venezolana Caoba hondureña Caoba dominicana Cedro español Capá prieto Avelluelo Higuerillo Albizzia Guaraguao
		Bottom of sinkholes	Caoba venezolana Caoba hondureña Maga Guaraguao María	Capá prieto Capá blanco Eucalipto Cedro macho Casuarina Teca	Caoba dominicana Cedro español Avelluelo Higuerillo Albizzia
		Slopes (between bottoms and cliffs)	Cedro macho Capá blanco Guaraguao Maga María	Eucalipto Capá prieto Casuarina Teca	Caoba hondureña Caoba venezolana Caoba dominicana Avelluelo Albizzia Higuerillo Cedro español
	Guajataca	Bottom of sinkholes	Aceitillo Caoba dominicana María Capá prieto Caoba venezolana Caoba hondureña Maga Guaraguao Teca Jácana Capá blanco	Roble	Moca

Region	Forest	Site	Adaptability of species		
			Promising	Doubtful	Unsuccessful
		Slopes (between bottoms and cliffs)	Caoba dominicana María Capá blanco Aceitillo	Teca Maga Capá prieto Jácana Guaraguao Roble	Caoba hondureña Caoba venezolana Moca
		Ridges (Top or cliffs separating sinkholes)	Caoba dominicana María Roble	Aceitillo	Caoba hondureña Caoba venezolana Teca Maga Jácana Capá blanco Moca Capá prieto Guaraguao
	Guánica	Valley bottoms, flat soils and sandy soils along the the beach	Cassia de Siam Caoba dominicana Capá prieto Guayacán Bayahonda Casuarina	Campeche	Eucalipto Cedro español Samán Aceitillo María
	Mona Island	Sandy soils in coastal plain	Caoba dominicana Casuarina		Avelluelo
Serpentine Areas	Maricao	Narrow river valleys and concave slopes, exposure not influential	Caoba venezolana Caoba hondureña Caoba dominicana María Maga Capá blanco Guaraguao	Eucalipto Casuarina Dalbergia Jácana Péndula Algarrobo	Spanish cedar Fresno del Hawaii Cassia de Siam

Region	Region	Site	Adaptability of species		
			Promising	Doubtful	Unsuccessful
		Slopes with northern and western exposure	María Eucalipto	Capá blanco Guaraguao	Spanish cedar Fresno del Hawaii Cassia de Siam Caoba hondureña Caoba venezolana Maga Casuarina Dalbergia Péndula Caoba dominicana Algarrobo Jácana
		Slopes with southern to eastern exposure, ridges and degraded high slopes and ridges and degraded phases of Nipe clay.	María Eucalipto		Cedro español Fresno del Hawaii Cassia de Siam Caoba venezolana Caoba hondureña Caoba dominicana Dalbergia Algarrobo Jácana Casuarina Péndula Maga Capá blanco Guaraguao
	Susúa	Narrow river valleys and concave slopes, exposure not influential	Caoba dominicana María	Caoba venezolana Caoba hondureña Algarrobo Eucalipto Casuarina	Capá blanco Bayahonda Avelluelo

Region	Forest	Site	Adaptability of species		
			Promising	Doubtful	Unsuccessful
		Slopes with northern or western exposure	Caoba dominicana	María Caoba venezolana Caoba hondureña Algarrobo Eucalipto Casuarina	Capá blanco Bayahonda Avelluelo
		Slopes with southern exposure high slopes and ridges and degraded phases of Nipe clay.	None of the species tried are satisfactory for this site. Native species growing satisfactorily on this site are canelillo and aceituna. Planting of these species has not been tested.		
Mangrove swamps		Sandy soil on sea side of lagoons	Planting is not recommended.		
		Muck soils toward the land, constantly receiving fresh silt deposits.	Mangle blanco Mangle colorado (in the deeper water)	Mangle negro	

FACTORS RESPONSIBLE FOR LOSSES

Only 64 percent of the plantations are now considered well stocked, and some of these rely partly upon natural vegetation for their cover. Moreover, widespread replanting has been necessary. These heavy planting losses were caused by a combination of the following factors:

1. The use for planting of large crews required as an unemployment relief measure. Large projects were undertaken rapidly, without previous research.
2. Failure to recognize the significance of differences in climate and soil throughout the island.
3. Inadequate information as to the degree of degradation of farmed out soils.
4. The unexpectedly long period of plantation maintenance required before the planted trees, especially those not well adapted, dominated other vegetation. This factor involved difficulties of assuring continuity of funds for plantation care when these had to come from fluctuating annual appropriations.

The difficulties which have been met in reforestation in Puerto Rico seem to be the rule, rather than the exception. It is hoped that this report will help others to recognize the complexity of the problems involved in reforesting bare lands where no experimental precedent is at hand.

DESIRABLE POLICIES FOR THE FUTURE

The application of the findings of this study to future planting work in the Insular Forests calls for the following policies:

1. Plant the most promising sites first. Poor sites may never warrant planting, and they may reforest naturally.
2. Respect natural regeneration which is becoming established on open areas. It may be wisest to wait until it provides a complete cover and then, if necessary, to underplant better species. If not, merely interplant existing trees.
3. Plant only such areas as can be cared for with certainty. Do not understimate the cost of such care. Early weeding is generally necessary even with hardy species, and with others may be required for 5 years or more.
4. Use only the most promising species. A healthy forest of post species is superior to an unhealthy forest of sawtimber species.
5. Replant when necessary as soon as planting losses are known, preferably during the first year.
6. In dry areas confine planting to the rainy season and use potted stock as recommended. Small local nurseries are well adapted for these conditions.
7. Space field planting from 5 to 8 feet and underplantings from 20 to 25 feet.
8. Use wilding stock wherever obtainable.
9. Continue investigations of nursery practice, planting methods, adaptability of new species, light requirements for the development of underplanted trees, weed control by field crop intercultivation and thinning of plantations.

SUMMARY

A recent issue of The Caribbean Forester (9:85-213, 1948) described the results of reforestation carried out in about 5,800 acres of the Caribbean National Forest as a guide for future planting work. A similar study was carried out on about 16,000 acres within the public forests of the Insular Government. This report describes the results obtained in the Insular Forests.

Four broad regions are included within the Insular Forests:

Limestone areas—Río Abajo, Guajataca. Guánica and Mona Island. Forests with annual rainfall from 30 to 80 inches.

Mountainous Interior—Carite and Guilar-

te Forests, with annual rainfall of from 80 to 120 inches.

Serpentine areas—Maricao and Susúa Forests, with rainfall of 60 to 100 inches.

Mangrove swamps—Piñones, Ceiba, Aguirre and Boquerón Forests, where rainfall is of minor importance.

The original forests in these areas included mangrove swamps, dry evergreen forest, deciduous seasonal forest, evergreen seasonal forest, lower montane rain forest and the montane thicket formation.

Large scale planting was started in the Maricao Forest in 1920. However, most of the planting was done as a part of emergency programs between 1934 and 1941. To June 1949 a total of 13,163,300 seedlings and wildings and 91,230 pounds of seeds had been planted. About 45 different species were used.

Weeding has generally been necessary for from 2 to 4 years and vine cutting sometimes up to the tenth year. The vine and weed problem is most serious in the more humid areas. Weeding and vine cutting costs have been greatly reduced as a result of better selection of species.

Sites are variable within each forest, mostly because of differences in topography and in the degree of past land abuse. Site adaptability of the different species determined to a large extent the success of the work. The sites in each forest unit are described and the adaptability of all species tested is discussed in detail. The highest survival was obtained with potted plants, but their use is recommended only in the dry areas.

Acceptable natural reproduction has complemented artificially established stands so that 64 percent of the plantations are now considered well stocked. Of the remaining understocked area, 72 percent has a forest cover and 28 percent is still open.

The cost of establishment and maintenance was high because of heavy replanting and the long period of maintenance necessary. This was particularly so in the humid mountainous interior. Total costs for the first 5 years average 77 man-days per acre in the humid mountains, 38 man-days in the humid limestone areas and 34 man-days in the dry areas.

The factors responsible for losses were the following:

1. The use for planting of large crews required as an unemployment relief measure. Large projects were undertaken rapidly without previous research.
2. Failure to recognize the significance of differences in climate and soil throughout the island.
3. Inadequate information as to the degree of degradation of farmed out soils.
4. The unexpectedly long period of plantation maintenance required before the planted trees, especially those not well adapted, dominated other vegetation. This factor involved difficulties of assuring continuity of funds for plantation care when these had to come from fluctuating annual appropriations.

Based upon the findings of this study, a policy was drawn up for future planting work in the Insular forests.

LITERATURE CITED

1. ALVAREZ GARCIA, L. A. 1939. A mahogany seedling blight in Puerto Rico. Carib. Forester 1(1):23-24.
2. BEARD, JOHN S. 1944. Climax vegetation in Tropical America. Ecology 25:127-158.
3. ———— 1944. A silvicultural technique in Trinidad for the rehabilitation of degraded forest. Carib. Forester 6:1-33.
4. ———— 1942. Summary of silvicultural experience with cedar (*Cedrela mexicana* Roem) in Trinidad. Carib. Forester 3:91-102.
5. CATER, JOHN C. 1945. The silviculture of *Cedrela mexicana*. *Carib. Forester* 6:89-100.
6. FORS, ALBERTO J. 1944. Notas sobre la silvicultura del cedro (*Cedrela mexicana* Roem.) Carib. Forester 5:115-118.
7. ————. 1941. Informe sobre plantaciones forestales en Cuba. Carib. Forester 2(3):138-140.

8. HOLDRIDGE, L. R. 1943. Comments on the silviculture of Cedrela. Carib. Forester 4:77-80.

9. ———— 1940. Some notes on the mangrove swamps of Puerto Rico. Carib. Forester 1(4):19-29.

10. MARRERO, JOSE, 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest. Past experience as a guide to the future. Carib. Forester 9:85-214.

11. MARSHALL, R. C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago. Oxford University Press. London.

12. MARTINEZ ORAMAS, J. 1942. Planting with tar paper pots on difficult sites in Puerto Rico. Carib. Forester 3:158-163.

13. MARTORELL, LUIS F. 1945. A survey of the forest insects of Puerto Rico. Parts 1 and 2. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 29:69-608.

14. ROIG Y MESA, JUAN T. 1946. El estado actual de las plantaciones de cedro (*Cedrela mexicana*) en la isla de Cuba. Carib. Forester 7:93-102.

REVIEWS

An Index to the Termite-Resistance of Woods

Bulletin No. 85 of the University of Puerto Rico Agricultural Experiment Station bearing the above title and just completed by Dr. George N. Wolcott presents a summary of many years of research on this subject.

Several hundred woods of the West Indies, North America, Central America and northern South America are listed by common and scientific name with an index resistance number for comparison with other woods listed. The relative resistance of different woods was determined by the preference of the termites (*Cryptotermes brevis* Walker) under laboratory conditions.

This bulletin should be of great value throughout the large region in which this species of termites is of importance. The bulletin may be procured without charge from the Experiment Station at Río Piedras, Puerto Rico.

Indice de Resistencia a la Polilla de Algunas Maderas

El epígrafe anterior sirve de título en español al boletín número 85 publicado por la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico. Este trabajo que acaba de completar el Dr. George N. Wolcott presenta un resumen de muchos años de investigación sobre esta materia.

Esta obra enumera varios cientos de maderas de las Indias Occidentales, América del Norte, América Central y la parte norte de la América del Sur, con el nombre científico y el nombre común de las especies madereras, junto con un número de referencia que indica la resistencia de las maderas en comparación entre sí. La resistencia relativa de las diferentes maderas fué determinada a base de la preferencia de los termes (*Cryptotermes brevis* Walker) bajo las condiciones de laboratorio.

Este folleto es de gran valor a través de la vasta región donde el ataque de este termes asume caracteres de importancia. El folleto puede adquirirse sin costo alguno solicitándolo al editor de la Estación Experimental Agrícola en Río Piedras, Puerto Rico.

The Natural Vegetation of the Windward & Leeward Islands

By J. S. Beard, Oxford Forestry Memoirs No. 21, 1948

192 pp. Illus. Oxford University Press, London, 1949

This well illustrated work presents the results of 8 years of research by one of the most outstanding plant ecologists to ever enter Caribbean region. Dr. Beard presents a theory as to the origin of Lesser Antillean vegetation, a physiognomic classification of the important formations, and a description of the vegetation of the islands, based upon measured samples. Dr. Beard's classification has been perfected since he first presented it in 1944 and appears to be generally acceptable throughout the region. His descriptions of the forests should serve as a basis for forest conservation and additional ecological research. This work is an indispensable reference for plant scientists throughout the West Indies.

Reviews (cont.)

Forest Products of British Guiana

By D. B. Fanshawe,

Parts I & II. Forestry Bulletins Nos. 1 & 2

(New Series) Forestry Dept. British Guiana, 1948.

Forest Products of British Guiana is primarily the result of several years of research by the author in the interior of the colony. The magnitude of the task undertaken is indicated in the introduction, which states that approximately 1,000 tree species are known from the near interior. Bulletin No. 1 describes some 200 of the principal timbers. A large amount of taxonomic work was prerequisite to the completion of these bulletins. The descriptions are particularly valuable in that they include important notes as to tree size and form. The practicability of extracting the different species is shown very effectively in a tabulation of the average number of trees of each species to be expected per 1,000 acres, all segregated by the major geographic districts of the colony. Bulletin No. 2 describes minor uses of a large number of species many of which are common to the Caribbean area. The more important products listed are fibers, tannins, dyes, rubber, balata, chicle, resins, oils, fats, waxes, medicines, insecticides, and foods. Mr. Fanshawe is to be congratulated on a very extensive piece of work in a region where the vegetation is extremely complex and its utility has been little known. These bulletins should contribute materially in the development of British Guiana's forest wealth.

Timbers of South America

By R. P. Woods, 74 pp.

Timber Development Association Limited

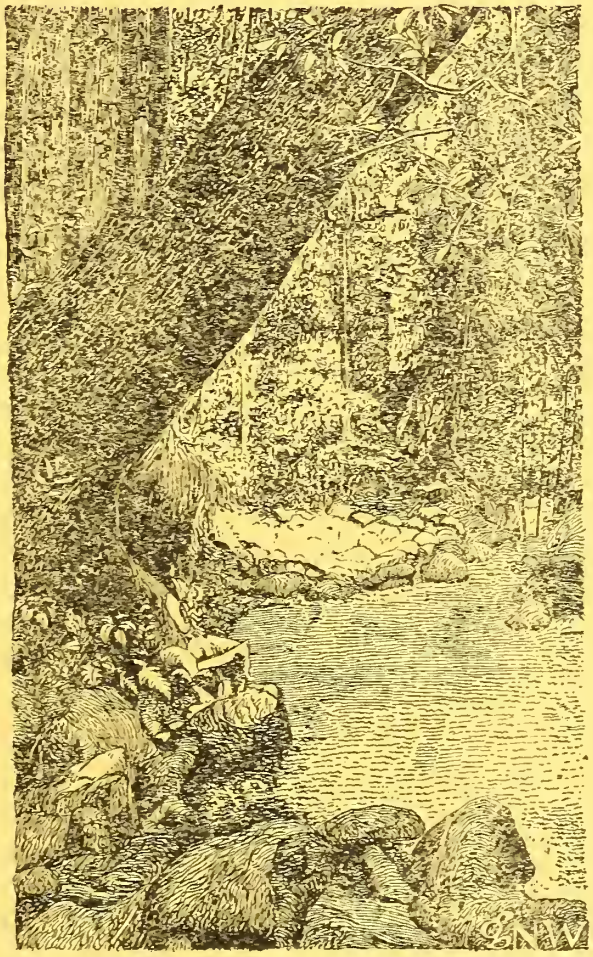
75 Cannon St., London E. C. 4, 1949

This booklet is a handy reference of general information on nearly 100 of the more important timbers of South America. It brings together in brief form what is known regarding the description of the woods, their working qualities, and uses. The more common local names are also listed, as are the scientific names. Whereas this booklet is apparently published chiefly for the use of importers in England it should prove also of value in the countries where the timbers are found.

UNITED STATES
ATLANTIC
OCEAN
GULF OF
MEXICO
BAHAMA
ISLANDS
MEXICO
CUBA
PUERTO
RICO
GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA
JAMAICA
HAITI
DOMINICAN
REPUBLIC
BRITISH
HONDURAS
CARIBBEAN SEA
HONDURAS
GUATEMALA
SALVADOR
NICARAGUA
TRINIDAD
PACIFIC
OCEAN
COSTA
RICA
PANAMA
VENEZUELA
BR.
GUIANA
COLOMBIA

96 22
2 C 23

The Caribbean Forester



LIBRARY
APR 10 1951
U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE

TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

VOLUME 11, NUMBER 4

OCTOBER 1950

Caribbean Forester

El "Caribbean Forester", revista que el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos comenzó a publicar trimestralmente en julio de 1938 es de distribución gratuita y está dedicada a encauzar la mejor ordenación de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Ciencia Forestal y ciencias afines encarándoles con los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes y el trabajo que se viene haciendo para lograr ese objetivo técnico.

Se solicitan aportaciones de no más de 20 páginas mecanografiadas. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible incluir un resumen conciso del estudio efectuado. Los artículos deben ser dirigidos al "Director. Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico".

Las opiniones expresadas por los autores de los artículos que aparecen en esta revista no coinciden necesariamente con las del Servicio Forestal. Se permite la reproducción de los artículos siempre que se indique su procedencia.

●

The "Caribbean Forester", published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done toward this end throughout the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico.

Opinions expressed in this journal are not necessarily those of the Forest Service. Any article published may be reproduced provided that reference is made to the original source.

●

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Julliet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est une revue trimestrielle gratuite, dediée à encourager l'aménagement rationnel des forêts de la région caraibe. Son but est d'entretenir des relations scientifiques entre ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et ses méthodes les plus récentes, ainsi qu'aux travaux effectués pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On accepte voluntiers des contributions ne dépassant pas 20 pages dactilographiées. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur qui voudra bien préciser son titre ou sa position professionnelle et en les accompagnant d'un résumé de l'étude. Les articles doivent être addressés au Director, Tropical Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

La revue laisse aux auteurs la responsibilité de leurs articles. La reproduction est permise si l'on précise l'origine.

"The printing of this publication has been approved by the Director of the Bureau of the Budget (August 17, 1950)".

Vol. 11 No. 4 October 1950

The Caribbean Forester

Contents

Sumario

Resultados de la repoblación forestal en los
Bosques Insulares de Puerto Rico 151

JOSE MARRERO, Puerto Rico

Resultados de la Repoblación Forestal en los Bosques Insulares de Puerto Rico

JOSE MARRERO

Estación de Experimentación Forestal Tropical
Río Piedras, Puerto Rico

En un número reciente del "Caribbean Forester" (9:85-213, 1948) apareció un informe sobre la repoblación forestal efectuada en el pasado en el Bosque Nacional Caribe, como guía para los futuros trabajos de repoblación. Al terminar ese estudio se inició una investigación similar en los bosques públicos del Gobierno de Puerto Rico. Este informe contiene los resultados de esa investigación. Se ha seguido el mismo orden de presentación que en el trabajo anterior, describiendo sucesivamente el medio ambiente, el historial de las plantaciones, los métodos de estudio, los hallazgos y finalmente las conclusiones.

Los Bosques Insulares de Puerto Rico (en comparación con los Federales) tienen una extensión de 45.000 acres o sea alrededor de un 50 por ciento mayor que el Bosque Nacional Caribe. El área bajo siembra forestal incluye unas 16.000 acres o sea tres veces mayor que las plantaciones en el Bosque Nacional Caribe. Esta extensión incluye una diversidad de medios estacionales.

MEDIO AMBIENTE

Fueron estudiadas nueve áreas forestales diferentes. Las condiciones ambientales eran tan distintas que precisa describirlas por separado. Se ha usado el sistema de clasificación ecológica de Beard (2) para describir la vegetación.

CARITE

El Bosque de Carite, ubicado en las montañas del sudeste, tiene una extensión de alrededor de 6.300 acres. Su elevación sobre el nivel del mar fluctúa entre 650 y 3.000 pies aproximadamente. El Embalse de Carite, situado en el interior de este área, a una elevación de 2.100 pies, tiene una temperatura media de 72ºF. y las medias mensuales fluctúan entre 65º y 80ºF. La precipitación anual fluctúa entre 65 hasta más de 100 pulgadas. En la Represa de Patillas, situada cerca del ribete sur de este área a una elevación de 240 pies, la temperatura es de 76º y las medias mensuales fluctúan entre 71º y 86ºF.

La roca madre es de origen volcánico, incluyendo tobas y esquisitos andesíticos y dioritas cuarcíferas. La mayor parte del área está caracterizada por un suelo arcilloso, hondo, ácido y pesado (de las series Los Guineos y Catalina) excepto en donde la roca madre es diorita cuarcífera sobre la cual el suelo es más suelto y de textura granular (serie Pandura). Los suelos de las laderas del sur son someros y de menor acidez (Múcara).

El bosque primitivo ha sido talado en el pasado en casi todo el área comprendida en el Bosque de Carite. Sólo en áreas remotas existen vestigios pequeños de la vegetación climácica. La tala del monte se efectuó en parte con el propósito de obtener madera pero mayormente para dedicar el terreno a cultivos agrícolas. Grandes extensiones se han reforestado naturalmente. Los tipos forestales aquí representados son el matorral montano, el bosque pluvial pedemontano y el bosque estacional perennifolio.

GUAJATACA

El Bosque de Guajataca está ubicado en las colinas calizas secas del noroeste y comprende alrededor de 2.300 acres. Su eleva-

ción es aproximadamente 1.000 pies sobre el nivel del mar. Las medias mensuales de temperatura fluctúan entre 71ºF y 82ºF según registradas en estaciones meteorológicas cercanas. La precipitación anual fluctúa entre 70 y 80 pulgadas. El grado de evaporación aparentemente es mucho mayor en las cresterías expuestas de las colinas que en las abras protegidas que las separan.

La roca madre es caliza terciaria. La topografía es accidentada ya que consiste de numerosos cerros y abras. Los suelos son en su mayoría arcillas rojas o rojo-parduzcas (serie Tanamá) con una profundidad que varía desde algunas pulgadas hasta unos 3 pies. En el fondo de las abras hay probablemente otras series edáficas. La profundidad del suelo varía con la topografía debido a que en las faldas de las laderas se acumulan depósitos coluviales.

Los bosques de Guajataca han sido talados y quemados en repetidas ocasiones. Cuando el gobierno se hizo cargo del área en 1935 la vegetación consistía principalmente de maleza baja o de pastizales. En el presente en las laderas que miran al norte y oeste se han desarrollado pequeñas áreas de bosque secundario. En la mayoría de las abras hay cafetales. Aparentemente existía considerable variación entre los bosques de crestería y las abras. Los primeros puede que hayan sido bosques secos perennifolios y los últimos bosques estacionales perennifolios o posiblemente pluviales pedemontanos.

GUÁNICA

El bosque de Guánica está situado a lo largo de la costa sudoeste sobre colinas de poca elevación y tiene una extensión de aproximadamente 7.000 acres. La elevación fluctúa entre el nivel del mar hasta cerca de 500 pies sobre dicho nivel. La temperatura media es cerca de 77ºF con una fluctuación mensual de 74º a 79ºF. La precipitación anual total en un año promedio es de aproximadamente 30 pulgadas. Las épocas de sequías prolongadas son frecuentes especialmente de diciembre hasta abril. El ribete sur del bosque está sujeto al azote indirecto de la marejada.

La roca madre es caliza terciaria que se depositó cuando el área estaba sumergida. La topografía es ondulante. Los suelos son arcillas someras (series Aguilita y Ensenada), excepto en la costa arenosa.

En la mayor parte del área el bosque tiene poca altura. El dosel tiene generalmente una altura de sólo unos 20 pies, aunque aquí y allá en barrancos protegidos se encuentran árboles hasta de 50 pies de alto. En la mayor parte de este área el suelo somero y rocoso y la escasez de lluvia han impedido el cultivo agrícola de la mayor parte del área. Sin embargo, siempre lo cortaron para obtener madera y carbón. Las áreas desforestadas se usaron para pastoreo hasta que las plantaciones forestales tomaron auge. La vegetación primitiva era probablemente bosque estacional caducifolio.

GUILARTE

El bosque de Guilarte, situado en las montañas del oeste central, comprende unas 2.800 acres. La elevación fluctúa entre 2.500 y 3.950 pies sobre el nivel del mar. La temperatura media mensual fluctúa entre 60º y 75ºF. Un pluviómetro colocado a una elevación de 3.000 pies sobre el nivel del mar registró una precipitación anual de 90 pulgadas, pero la media para este bosque es probablemente un poco mayor.

La roca madre es de origen volcánico, principalmente andesitas y esquistos. Los suelos predominantes son arcillas amarillentas y pesadas (series Los Guineos y Cialitos) y arcillas friables de color de grisáceo a violáceo (series Alonso y Múcura)

En los confines del área existen algunos vestigios del bosque primitivo, de las formaciones pedemontana pluvial y matorral montano. Gran parte de las áreas más asequibles están cubiertas de bosques secundarios.

Isla de Mona

La isla de Mona está situada a cerca de 45 millas al oeste de Puerto Rico. Tiene unas 6 millas de largo con un ancho máximo de 5 millas y los terrenos de bosques públicos constan de unos 13.600 acres. Es de topografía llana, con una meseta de unos 200 pies sobre el nivel del mar, más arriba de la estrecha faja costanera. La precipitación anual promedio es alrededor de 40 pulgadas, la cual cae en su mayor parte durante el otoño.

La isla está formada por caliza terciaria, con un suelo gris somero similar a las fases someras de la arcilla pedregosa de las series Ensenada y Aguilita. Los mejores suelos se encuentran a lo largo del mar en la costa sudoeste. Estos suelos son de textura arenosa y arenoso-lómica y llegan hasta más de 2 pies de profundidad.

Un 85 por ciento de la isla aproximadamente está cubierto por un bosque de poca altura, cuyos árboles generalmente tienen menos de 12 pies de alto. Las roturaciones en el pasado han dado lugar a algunas áreas de pastizales. La mayor parte del bosque ha sido intensamente cortado para suministrar madera. Probablemente este bosque pueda catalogarse como bosque estacional deciduo. En el borde expuesto del oeste de la mesete la vegetación prevaleciente es el cardonal.

Manglares

Los manglares de dominio público están localizados en estuarios y bahías al abrigo de vientos y marejadas, a lo largo de toda la costa de la isla, cerca de San Juan en el norte, cerca de Ceiba en el este, cerca de Aguirre y Guánica en el sur y cerca de Boquerón en el oeste. En su totalidad comprenden unos 8.200 acres. El clima es aquí de relativamente poca importancia. La temperatura media es de por lo menos 78ºF y la precipitación anual varía entre 30 y 60 pulgadas. Todo el manglar está sujeto periódicamente a la inundación causada por la bajamar.

Los suelos son de origen biológico, margas y turbas obscuras derivadas de la acumulación de la materia orgánica proveniente de los restos de las plantas. Los suelos tienden a ser más o menos salitrosos.

El área de mangles está cubierta de bosques en su mayor parte debido a que el suelo salino no se adapta a otros usos. Sin embargo, la cercanía de los manglares a las poblaciones costaneras los hace vulnerables a cortas repetidas. La corta de los mejores árboles ha sido conducente a dejar los rodales abiertos, mal conformados y enmalezados.

Maricao

El bosque de Maricao está situado en las montañas del oeste y tiene una extensión de aproximadamente 9.500 acres. Es por lo general accidentado y su elevación fluctúa entre 500 y 2.000 pies sobre el nivel del mar. La temperatura media es alrededor de 72ºF. La precipitación anual varía entre 108 pulgadas a una elevación de 1.500 pies y 80 pulgadas en el margen sur del bosque.

El subsuelo es principalmente serpentinoso dando lugar a la formación de suelos de poca fertilidad y ricos en hierro. El drenaje es excesivo. Los suelos someros con profundidad promedio de menos de un pie se denominan arcilla limosa de serie Rosario y los más profundos (de varios pies de profundidad) se denominan arcilla de la serie Nipe.

El bosque es por lo general matorral con pocos vestigios de lo que pudiera considerarse como vegetación primaria. El bosque fué tumbado para dar paso al cultivo agrícola. Los bosques secundarios sufrieron repetidas quemas antes de ponerse el área bajo protección en 1918. Probablemente el bosque primitivo no era del tipo pluvial sino perennifolio más seco con abundancia de árboles de hoja menuda.

Río Abajo

El bosque de Río Abajo, situado en las

colinas calizas húmedas de la costa norte central tiene una extensión de aproximadamente 4.900 acres. La topografía es accidentada, con numerosas abras entre riscos. La elevación fluctúa entre los 599 y 1.400 pies sobre el nivel del mar. No existen datos confiables sobre temperatura pero se sabe que las noches son frescas debido a las corrientes de aire frío que se originan en las montañas más altas hacia el sur. La precipitación promedio es de cerca de 80 pulgadas anuales, con una baja de posiblemente 70 pulgadas en el margen norte del bosque.

La roca madre es caliza terciaria de la formación de Lares. Los suelos obscuros de las colinas calizas tienen por lo regular menos de un pie de profundidad y pertenecen a las series Soller y Tanamá. Los suelos de los pocos valles abiertos son arcillosos y de color rojizo subido (arcilla lómica Camaguey y arcillas Dominguito, Moca, Lares, Río Arriba y Cialitos).

La influencia ejercida por la exposición y por la profundidad del suelo sobre la vegetación es considerable. Probablemente el tipo forestal que había originalmente en las cresterías de las colinas era perennifolio seco mientras que en las abras era estacional perennifolio y posiblemente pedemontano. En el lindero norte del bosque son patentes las condiciones de mayor sequía. Las cortas efectuadas en el pasado eliminaron la cubierta forestal en todos sitios excepto en los riscos y cresterías forestados menos asequibles. Todos los valles han sido talados e intensamente cultivados con tabaco y productos agrícolas lo cual originó la pérdida de casi todo el somosuelo. En las laderas menos elevadas y en la parte más honda de las abras se ha cosechado café y plátanos. En muchas de las colinas el fuego destruyó la vegetación secundaria, pero la debida protección contra el fuego que ha tenido lugar durante los últimos 15 años ha conservado la vegetación secundaria en la mayoría de los cerros.

SUSÚA

El bosque de Susúa está situado en las colinas del sudoeste y tiene una extensión de 2.800 acres. La topografía es muy accidentada y la elevación fluctúa entre 500 y 1.500 pies. No hay disponibles registros de temperatura pero se sabe que hay una variación considerable entre el calor de las tardes y las horas frescas de la mañana. La precipitación varía considerablemente desde el borde más elevado del norte hasta el borde más bajo en el sur, con un promedio anual de cerca de 60 pulgadas. La época de sequía es muy pronunciada extendiéndose de diciembre a marzo.

Al igual que Maricao, el bosque de Susúa tiene un subsuelo primordialmente serpentinoso. También existen pequeñas áreas de tobas y esquistos que dan lugar a la formación de un suelo limo-arcilloso (serie Descalabrado). Todos los suelos son someros y de drenaje excesivo.

La vegetación ha sido casi totalmente destruída para dar paso a cultivos agrícolas y pastoreo. Aparentemente el rodal original era de bosque estacional semi-deciduo con variaciones originadas por la exposición y la profundidad del suelo. Al estar bajo protección por 15 años parte del área está cubierta de monte joven.

HISTORIAL DE LAS PLANTACIONES EFECTUADAS

En el bosque de Maricao se inició la repoblación forestal en 1920 al comenzar un programa en gran escala de introducción de especies forestales exóticas y realización de pruebas de adaptabilidad usando especies nativas. En Guánica la repoblación forestal comenzó en 1922 y en los diez años subsiguientes se sembró un total de 68.000 posturas y se regaron por siembra directa unas 500 libras de semilla.

Entre 1934 y 1941 hubo otra época de repoblación, mucho más activa que la primera, en la cual se repoblaron 12.600 acres. También se procedió a la replantación de las

plantaciones que habían fracasado anteriormente. En este período lo particularmente significativo para la repoblación fué la compra de grandes áreas adicionales que se dedicaron a la repoblación forestal bajo el dominio público.

Entre 1941 y 1949 la mayor parte de los fondos de repoblación se usaron en la conservación de las plantaciones ya existentes las que eran de amplia extensión. Sin embargo, se repobló por primera vez una pequeña área adicional.

En síntesis, entre 1920 y enero de 1949 se procedió a la repoblación forestal de alrededor de 16.000 acres ubicadas en los Bosques Insulares, sembrándose un total aproximado de 13.163.300 posturas y 91.230 libras de semilla. Se sembraron 46 especies forestales diferentes. En la tabla número 1 aparecen registradas las siembras a que se ha hecho referencia.

Tabla 1.—Repoblación forestal en los bosques insulares en el período comprendido entre enero 1936 y junio 1949

Especies	Número total de	
	Posturas	Semillas (Libras)
Albizzia procera	22.000	
Aleurites trisperma	800	
Andira jamaicensis		7.700
Avicennia nitida	44.000	730
Bambusa sp.	8.000	
Bambusa tuldoides	1.000	
Byrsonima spicata	16.000	
Calophyllum calaba		55.800
Castilla elastica	200	
Casuarina equisetifolia	402.000	
Cedrela mexicana	545.000	
Cedrela odorata	17.000	
Colubrina colubrina	524.000	
Cordia alliodora	726.000	
Dacryodes excelsa	300	
Dalbergia sissoo	32.000	
Dipholis sintenisiana		260
Eucalyptus robusta	377.000	
Eucalptus sp.	1.267.000	
Guarea trichilioides	256.000	
Guaiacum officinale	47.000	
Haematoxylon campechianum	1.000	
Hyeronima clusioides	200	
Hymenaea coubaril		1.900
Inga punctaca	300	
Laguncularia racemosa	167.000	2.500
Lucuma multiflora		8.900
Montezuma speciosissima	1.071.000	
Ocotea moschata		50
Petitia domingensis	674.000	110
Prosopis juliflora		2.680
Rhizophora mangle		9.600
Samanea saman	1.000	
Sideroxylon foetidissimum	17.000	
Stahlia monosperma	100	
Swietenia candollei	1.019.000	
Swietenia macrophylla	1.593.000	
Swietenia mahagoni	3.955.000	520
Tabebuia pallida	25.000	
Tamarindus indica		40
Tectona grandis	228.000	
Tetragastris balsamifera	7.000	
Vitex divaricata	118.000	
Zanthoxylum flavum	500	
Zizyphus jujuba	200	
Total	13.163.300	91.230

Prácticas de Repoblación

El material usado en las plantaciones efectuadas era de diversos tipos. La experiencia había demostrado que la mayoría de las especies se propagaban bien usando material de vivero de índole vigorosa. A veces había que plantar material de vivero pasado el tiempo de trasplante pero se desmochaba y se plantaba con buenos resultados en el caso de *Swietenia macrophylla* King, *Cordia alliodora* R. & P. Cham. *Tectona grandis* L., *Vitex divaricata* Sw. y *Guarea trichilioides* L. En la zona seca se obtuvo una supervivencia mayor con *Swietenia mahagoni* Jacq. usando posturas sembradas en macetas. Las especies de semilla pesada en particular *Calophyllum antillanum* Britton se regaron directamente en el campo. La casuarina y el eucalipto se trasplantaron en el vivero antes de plantarse para mejorar la calidad del material. Con algunas especies se usaron (en pequeña escala) brinzales recogidos en el propio bosque.

La preparación del terreno consistía originalmente de la remoción total de los árboles de especies de inferior calidad. Esta práctica resultó ser costosa, en muchas oca-

siones innecesaria y en sitios adversos y expuestos, donde la protección era necesaria, resultó especialmente indeseable. Más recientemente la práctica a seguir ha sido dejar crecer los voluntarios, abriendo estrechas brechas con machetes. Se ha utilizado la subplantación en algunos casos, dejando el dosel inalterado, excepción hecha de pequeños claros abiertos encima de los árboles plantados.

La plantación siempre se ha efectuado con zapapico porque los suelos son en su mayoría pesados y por la abundancia de rocas y de raíces grandes. El espaciamiento, que no siempre ha sido regular debido a las obstrucciones, varió entre 5 pies x 5 y 8 pies x 8, con un promedio de 6 pies x 6. La subplantación tomó un espaciamiento mayor, a veces hasta de 25 pies. Las plantaciones han sido por lo regular puras pero por regla general han dado como resultado rodales mixtos allí donde la replantación se ha efectuado con especies distintas a las que se usó originalmente. Esta última técnica fué derivada de mayores conocimientos relativos a la adaptabilidad de las especies.

CUIDADO DE LAS PLANTACIONES

Posterior a la plantación se encontró que era preciso hacer grandes inversiones para el cuidado de éstas. El desyerbo o escarda se ha hecho generalmente durante 2 a 4 años y la corta de bejucos se ha hecho a veces por lo menos anualmente durante 10 años. La duración de este período de cuidados que sucede a la plantación ha variado según la naturaleza de la vegetación nativa y la rapidez de crecimiento del árbol. En algunas plantaciones se hicieron más desyerbos de los necesarios pero con mayor frecuencia el cuidado de las plantaciones ha tenido que ser desatendido periódicamente debido a las altas y bajas de los fondos disponibles de año en año. Los desyerbos generalmente consistieron de la liberación de un área circular de 2 a 3 pies de diámetro alrededor de cada árbol eliminándole bejucos y yerbas o conservando líneas libres de vegetación a lo largo de las hileras de árboles.

En las plantaciones viejas fué donde únicamente se efectuaron podas y entresaques o raleos. La poda en época temprana demostró ser indeseable en algunas plantaciones debido a la ramificación prolífica subsiguiente. Se ha obviado la necesidad de podar, en donde fuere factible, conservando las plantaciones densamente provistas. El entresaque ha sido en tan pequeña escala que casi no merece mención. Sólo muy pocas plantaciones son lo suficientemente grandes para necesitar aclareos. Sin embargo, se hicieron cortas de liberación en algunas áreas donde los árboles de sombra de antiguos cafetales se habían dejado para abrigo del repoblado. Esta liberación no se efectuó, por lo general hasta tanto los árboles plantados no llegaron a 10 pies de altura.

COSTO DE LA PLANTACIÓN

Los costos de la plantación han variado ampliamente como resultado de diversos factores. El costo promedio del material de vivero fué de aproximadamente $3.00 por millar de posturas. El material en macetas costó alrededor de $8.00 por millar de posturas. El costo promedio de los brinzales silvestres fué de $4.50 (o sean 3 jornadas) por millar de posturas. El costo de semillas varió entre $0.30 y $1.80 por cada millar.

El renglón sencillo de mayor gasto relacionado con la plantación fué la preparación del terreno. El costo promedio de la preparación del terreno fué de 13 jornadas por acre, bajando hasta tanto como 6 jornadas por acre en las laderas calizas relativamente abiertas y en los sitios secos con exigua vegetación.

La plantación en sí llevó un promedio de 10 jornadas por acre excepto en el caso de siembra directa que requirió sólo 3 jornadas por acre. Los costos de replantación, que son la medida del éxito alcanzado en la selección de especies como también en la eficiencia de la siembra, eran bastante elevados. En los bosques de las montañas húmedas de Carite y Guilarte la replantación costó

cerca de 15 jornadas por acre lo cual refleja la necesidad de repetidas replantaciones en sitios pobres y enmalezados En la zona caliza de la costa norte, en Guajataca y Río Abajo, la reposición de fallas sólo costó 5 jornadas por acre, como resultado de mejor selección de especies y menor competencia de parte de bejucos y trepadoras. En los bosques secos de Susúa y de la isla de Mona donde se usaron extensamente las posturas en macetas la reposición de fallas sólo costó 6 jornadas por acre.

El renglón más costoso en el establecimiento de plantaciones en el pasado en los Bosques Insulares ha sido el desyerbo. El control de la agresiva vegetación nativa ha requerido efectuar limpias más de una vez al año por lo menos durante los 5 primeros años después de la plantación. En esos primeros 5 años el desyerbo costó 42 jornadas por acre en las montañas húmedas, 16 jornadas en la región caliza y 7 jornadas en los sectores secos.

Los costos totales promedio para los 5 años son de 77 jornadas por acre en las montañas húmedas, 38 jornadas en la zona caliza y 34 jornadas en los sectores secos. En las montañas húmedas la preparación del terreno y la siembra inicial tomaron un 32 por ciento del costo total, en la zona caliza el 46 por ciento y en el sector seco el 65 por ciento. Expresado en porcentaje, el desyerbo tomó durante los primeros cinco años el el 55 por ciento del costo total en las montañas húmedas, 42 por ciento en la zona caliza y 21 por ciento en el sector seco.

La naturaleza de la vegetación nativa afectó muy materialmente los costos de desyerbo. Yerbas altas tales como yerba de Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) deben ser taladas frecuentemente cuando la plantación está aún joven. La presencia de bejucos herbáceos como bejuco de puerco (*Ipomoea* sp.) prolonga grandemente el período en que se necesitan desyerbos frecuentes. El hecho de que costó menos el desyerbo en la zona indica que su vegetación nativa es menos agresiva.

En Guilarte el costo de establecimiento de las plantaciones es menor que en los demás sectores de las montañas húmedas debido a la presencia de una mezcla de vegetación arbórea natural de especies parcialmente aceptables. Estos árboles ayudan a controlar los bejucos y es menor la cantidad de árboles que es preciso plantar. En las áreas secas el costo mayor de las posturas enmacetadas queda compensado con creces por el menor gasto de desyerbo.

Por lo general la plantación en los manglares cuesta menos que en los otros sitios. Los costos totales varían entre 3 y 8 jornadas por acre excepto en los lugares donde se debía eliminar el agresivo helecho marunguey (*Acrostichum aureum L.*). En este caso el costo fué de 20 jornadas por acre. La plantación se efectuó por siembra directa y al voleo y no se necesitó desyerbar.

Los costos de plantación que han sido enumerados aquí se refieren solamente a los primeros cinco años. Los costos totales serán aún mayores ya que en el caso de algunas especies que no se adaptan bien al medio estacional, el corte de bejucos debe prolongarse hasta más o menos 10 años.

RESULTADOS OBSERVADOS CON ANTERIORIDAD A ESTE ESTUDIO

Poco tiempo después de iniciarse la plantación en gran escala en los bosques Insulares comenzaron a verse los resultados. Los medios estacionales que en su mayoría habían sido objeto de utilización abusiva en cultivos previos y estaban expuestos y malamente invadidos por trepadoras y bejucos probaron ser ineptos para la repoblación con las mejores especies de los bosques climácicos. Las limitaciones creadas al llevar a cabo un programa de reforestación de grandes alcances en un período relativamente corto y sin previa experiencia dió como resultado el fracaso en algunas áreas. Por consecuencia, la reposición de fallas costó mucho. La carencia de información sobre relación de sitio y especie ocasionó fracasos inmediatos en algunas áreas o gastos en desyerbo que resultaron en vano al morirse los árboles luego o al tener que

reemplazarlos por especies de mejor adaptación. Estos y otros hallazgos dieron lugar a las siguientes modificaciones primordiales en política y práctica.

1. En los planes de plantación y reposición de fallas en sitios expuestos y de suelos degradados se usaron aquellas especies de carácter más agresivo.
2. Las especies mejores se usaron sólo en los sitios más favorables.
3. Se usó menor número de especies, dándole preferencia a las nativas.
4. Se usó la siembra directa en el caso de especies de semillas pesadas dando como resultado por lo general una supervivencia elevada.
5. En sectores secos de difícil supervivencia la práctica que se usó fué la siembra con cepellón usando macetas de papel embreado. Este material se preparó en pequeños viveros cerca del sitio de siembra.
6. Se redujo el número de individuos por cuadrilla para facilitar la supervisión. Se entrenó y seleccionó el obreraje entre trabajadores locales.
7. Se apreció mejor el valor potencial de la reproducción natural y se redujo a un mínimo la corta de árboles que crecían naturalmente, los cuales se incorporaron a la plantación, recibiendo los mismos cuidados que los sembrados.

METODOS DE ESTUDIO

El objetivo de este estudio fué recopilar toda la evidencia a mano respectiva a las relaciones entre las especies forestales plantadas y su medio ambiente. Se examinaron todas las plantaciones para determinar su condición actual en los sitios correspondientes. Los datos de mayor valor fueron aquellos recopilados en plantaciones plenamente provistas, ya que en ellas era más evidente la relación especie-medio estacional y el crecimiento podía medirse con exactitud. Los datos que podían obtenerse de áreas de fracaso eran menores porque la evidencia demostrativa del factor causante se había perdido en el tiempo transcurrido desde la plantación. Sin embargo, mediante observación cuidadosa mucho de lo acontecido podía deducirse en un área tan extensa y variada.

CLASIFICACIÓN DE LOS MEDIOS ESTACIONALES

El primer requisito para poder establecer una relación entre los resultados observados y las condiciones del sitio fué clasificar las áreas de plantación de acuerdo con los factores ambientales que parecían ejercer mayor influencia sobre la suerte que corrían los árboles plantados. Los factores ambientales pueden dividirse en los siguientes grupos amplios: climáticos, fisiográficos, edáficos y biológicos. El factor climático de mayor importancia en la diferenciación de los medios estacionales es la precipitación. La precipitación anual total varía desde 30 pulgadas en Guánica hasta más de 100 pulgadas en Maricao, Guilarte y Carite. En orden ascendente de precipitación y humedad las diferentes áreas forestales pueden enumerarse como sigue: Guánica, Isla de Mona, Susúa, Guajataca, Río Abajo, Maricao, Guilarte y Carite. En los manglares la precipitación tiene comparativamente poca influencia. La prolongación y rigor de la sequía es un índice más confiable de las condiciones de humedad que la precipitación media anual. En Guánica, Isla de Mona y Susúa hay anualmente períodos prolongados de severa sequía. La sequía cobra alguna importancia también en Guajataca, Maricao y las laderas bajas del sur en el bosque de Carite. La importancia de la temperatura como factor ambiental es difícil de valorar ya que los cambios en precipitación son de magnitud mucho mayor, obscureciendo la influencia que ejerce la temperatura. La influencia que ejerce la temperatura por sí sola sobre los resultados relativos del trabajo de reforestación en las diferentes partes de la isla es probablemente de índole menor.

Los factores fisiográficos tales como in-

clinación del terreno, orientación, exposición y posición topográfica ejercen solamente una acción indirecta sobre el establecimiento de las especies forestales, al afectar el microclima y el suelo. Se han agrupado por separado porque es difícil de delinear entre su efecto climático y su efecto edáfico. La inclinación del medio estacional es importante debido a la influencia que ejerce sobre el grado de erosión y sobre la absorción y retención de agua de parte del suelo. La orientación tiene importancia tanto en relación con los vientos alisios prevalecientes como con la posición del sol. Estos efectos son más pronunciados en los bosques más secos donde la evaporación tiene gran importancia. Las laderas de orientación sur y este tienden a ser las más adversas a este respecto. La exposición en relación con inclinación y aspecto es importante también debido a que es factor determinante de la evaporación.

La localización topográfica es un término colectivo que es probablemente el factor que por sí solo tiene mayor importancia en las accidentadas montañas centrales y en la zona caliza. Por lo general los valles y las faldas de las laderas constituyen mejores medios estacionales que la parte superior de las laderas; las laderas cóncavas son mejores que las convexas; las laderas convexas son mejores que las cresterías y las cresterías son mejores que los picos. Esto es más pronunciado aún en las áreas calizas donde el suelo se acumula en abras y valles. Estas relaciones son consecuencia de diferencias en el grado de erosión, la contribución de depósitos aluviales y la exposición. Un factor contrario es el drenaje del suelo, que en ciertos suelos pesados de áreas lluviosas, tales como Carite y Guilarte puede tornar las laderas inferiores en mejor sitio que los valles para el establecimiento y crecimiento de ciertas especies forestales. En Susúa y Maricao el efecto de la posición topográfica sobre la vegetación es menos pronunciado que en los demás sitios debido aparentemente a sus laderas largas y uniformes.

Fig. 1.—*Vista de las tierras bajo reforestación en las alturas de Maricao. En el fondo pueden verse las crestas, en el centro un pequeño valle y entre ambos laderas uniformes de orientación oeste.*

Los factores físico-edáficos parecen tener más importancia que los factores químicos en lo que se relaciona a la reforestación, aunque es probablemente imposible aislarles completamente. Los suelos sueltos, pedregosos y someros tienden a acentuar los efectos de la sequía porque retienen mal el agua. Estos suelos revisten importancia en la reforestación en Guánica, Guajataca, Río Abajo, Maricao, Susúa y el borde sur más seco del Bosque de Carite. Por el contrario, los suelos arcillosos más pesados de las montañas húmedas tienen un drenaje tan pobre en las áreas más llanas que producen podredumbre de la raíz en los arbolitos plantados.

Los efectos de la modificación de los suelos originada por el uso o abuso del pasado puede ser tan significativo a la repoblación forestal, al menos temporalmente, como las propiedades físicas o químicas inherentes al suelo. En los suelos pesados de los bosques de Carite y Guilarte en las montañas centrales, el éxito de las plantaciones parece estar más directamente relacionado al historial de los cultivos anteriores que a cualquier otro factor, a pesar de la considerable variación en topografía. Esta relación se debe probablemente en su mayor parte a la mayor cohesión y pérdidas por arrastre de la capa vegetal y de la fertilidad del suelo, empobrecido por la erosión y el deslave.

Los factores biológicos están constituídos por la presencia de enfermedades e insectos y por la competencia de parte de la vegetación natural. Aún no se conoce a fondo la importancia que ejercen las plagas de insectos y las enfermedades, debido a que las plantaciones son jóvenes aún. Los insectos y las enfermedades están inclinadas a tener mayor actividad en los sitios que por otras razones resultan adversos.

El crecimiento de yerbajos y bejucos es un factor importante en todas las plantaciones pero principalmente en las montañas húmedas. Puede que no sea factible la reforestación en áreas abiertas y llenas de yerbajos, excepto usando las especies más agresivas. También puede ser un factor adverso la competencia ofrecida por la vegetación arbórea nativa. Empero, debidamente usada, puede servir para proteger la plantación de exposición excesiva y es un complemento valioso de los árboles plantados. La sombra proyectada por esa cubierta puede servir para controlar los bejucos y trepadoras.

A continuación aparecen descritos brevemente los diferentes medios estacionales en los cuales se efectuaron repoblaciones forestales, haciendo referencia a los factores ambientales más importantes.

Carite

El clima de húmedo a lluvioso, topografía accidentada, suelos generalmente arcillosos, intensa competencia de parte de bejucos y trepadoras. Los caracteres son los peculiares de las Montañas Centrales.

Medio Estacional	Acreaje Plantado
Cresterías	903
Laderas uniformes	1.439
Faldas de laderas o laderas cóncavas y valles	480
Total	2.822

Guajataca

Clima húmedo, topografía accidentada, suelos generalmente arcillosos someros sobre caliza, competencia intensa de parte de bejucos y trepadoras. Aquí los factores ambientales pueden describirse mejor en términos de topografía, como sigue:

Medio Estacional	Acreaje Plantado
Picos	397
Faldas de laderas	1.278
Abras	529
Total	2.204

Guánica

Clima seco, topografía de suave a ondulante, suelos generalmente arcillas pedregosas someras o arenas de playa, escasa competencia ofrecida por yerbajos y bejucos. Se ha confinado la plantación fo-

restal a los fondos de valles y faldas de colinas y en los resultados obtenidos hasta la fecha no hay evidencia de diferencias marcadas en el medio estacional. Se plantaron alrededor de 300 acres.

Guilarte

Clima lluvioso, topografía accidentada, suelos por lo general arcillosos pesados o arcillas pedregosas y los yerbajos y trepadoras ofrecen competencia intensa. Como pasó en Carite, la diferenciación del medio estacional está estrechamente relacionada con la topografía, como sigue:

Medio Estacional	Acreaje Plantado
Crestería	148
Laderas uniformes	358
Faldas de laderas o laderas cóncavas y valles	197
Total	703

Isla de Mona

Clima seco, topografía llana, suelos arenosos, someros, sobre caliza, escasa competencia de bejucos y trepadoras. Se plantó intensamente sólo en un sitio, en las arenosas costas del litoral sudeste. Las plantaciones tienen allí un total de 420 acres.

Manglar

Clima húmedo, topografía llana, suelos turbosos salinos, algo arenosos, generalmente sin competencia por parte de yerbajos y trepadoras. La diferenciación del medio estacional se debe al nivel de suelo y a su naturaleza. Las áreas aledañas de suelo arenoso (la parte hacia el mar en las lagunas) son de productividad distinta a los adyacentes a los suelos arcillosos hacia tierra firme. El suelo lavado hacia el mangle es importante en lo que se relaciona a productividad y es mucho más rico hacia el lado de tierra firme en las lagunas. En la

FIG. 2.—*Rodal de eucalipto de 7 años de edad que está creciendo en una cresta en Guilarte. En el frente puede verse un rodal más joven que está creciendo en la ladera.*

única plantación de mangle donde se clasificó el medio el lado de tierra firme de la laguna que recibe el limo o los depósitos incluye un 33 por ciento del área total.

Maricao

Clima de húmedo a lluvioso, topografía accidentada, suelos laterítico-arcillosos muy pobres, sobre subsuelo de serpentina y competencia de intensidad regular de parte de yerbajos y bejucos. Estos medios estacionales se han diferenciado como sigue:

Medio Estacional	Acreaje Plantado
Valles y faldas de laderas cóncavas	299
Laderas uniformes con orientación norte u oeste	1.411
Laderas uniformes con orientación sur o este, parte superior de las laderas, cresterías y suelos degradados de arcilla Nipe no importa su orientación	1.004
Total	2.714

Los suelos degradados se han originado debido a cultivo previo o a fuegos repetidos sobre suelos de fertilidad natural muy pobre.

Río Abajo

Clima húmedo, topografía muy accidentada y en su mayoría suelos someros sobre caliza, intensa competencia de parte de yerbajos y bejucos. Cuatro medios estacionales diferentes, a saber:

Medio Estacional	Acreaje Plantado
Valles abiertos	715
Abras	228
Faldas de laderas	182
Riscos y parte superior de laderas	879
Total	2.004

Se efectuó muy poca plantación en riscos y en la parte superior de las laderas. En realidad sólo se plantó cerca del 42 por ciento de la extensión total del área.

Susúa

Clima seco, topografía ondulante, suelos arcilloso-lateríticos muy pobres sobre subsuelo serpentinoso y de esquistos, excepción hecha de los suelos coluviales y aluviales a lo largo de los cursos de agua, ligera competencia de parte de bejucos y trepadoras. Al igual que en Maricao los medios estacionales se han diferenciado como sigue:

Medio Estacional	Acreaje Plantado
Laderas uniformes con orientación	
Valles y faldas de laderas cóncavas	232
norte u oeste	840
Laderas uniformes con orientación sur o este, parte superior de laderas, cresterías y suelos desgradados de arcilla Nipe, no importa la orientación	714
Total	1.786

PROCEDIMIENTO

El estudio comenzó con un cotejo de los registros de las plantaciones efectuadas, para determinar el historial de las distintas plantaciones, clase y origen del material usado en la siembra, especies, espaciamiento, clima y demás detalles pertinentes.

Dos hombres llevaron a cabo el trabajo de campo, uno de los cuales era un dasónomo entrenado y dirigía el trabajo. Ambos conocían el historial de las plantaciones y las condiciones locales. La primera fase del trabajo de campo fué un rápido recorrido de todas las plantaciones en el bosque, para determinar las condiciones generales y localizar rodales significativos de buena relación especie-medio estacional. En tales áreas se efectuó un breve "estudio del sitio", que consistía en una descripción detallada de éste y algunas mediciones de diámetro y altura de árboles. Estos "estudios de sitio" comprendían todas las especies y todos los sitios.

Al terminar el estudio se cotejaron los datos para determinar que áreas indicaban mejor la aptitud de los sitios. Se establecieron cuarteles de ensayo temporeros, con una extensión de un cuarto de acre, circu-

lares, en los cuales se midió el diámetro de los árboles, se determinaron las alturas de los árboles, se registró la forma del árbol, todo ello para indicar el desarrollo a base de área en determinada localización. Los árboles clasificados como de "buena forma" son aptos para formar parte satisfactoriamente de la cosecha final.

HALLAZGOS

Como este estudio se efectuó mucho tiempo después de haberse establecido las plantaciones, los efectos de las diferentes técnicas usadas podían evaluarse solamente en aquellos casos en que los resultados eran muy marcados. Pero había mucho más información en lo que respecta a la adaptabilidad de las diferentes especies a los medios estacionales.

TÉCNICAS

Las siguientes técnicas fueron objeto de estudio: clases de material de siembra, espaciamiento, mezcla de especies, desyerbo y corte de bejucos, poda y liberación.

No tardó mucho en conocerse que en Puerto Rico las lluvias, al variar según la época del año y a su vez ampliamente de año en año, eran de gran significación en cuanto al éxito de la repoblación forestal. Por lo general el que ocurra una semana lluviosa durante la época de sequía no es suficiente razón para asegurar el éxito. En los bosques más secos no deja de ser arriesgado sembrar en mayo, aunque éste sea un mes generalmente lluvioso, porque los meses que siguen, junio y julio, son usualmente secos. Un período tan escaso como dos semanas desprovistas de lluvia después de la plantación puede ser lo suficiente para matar los arbolitos. La plantación debe descontinuarse un mes o más con anterioridad a la terminación de la época lluviosa normal, que ocurre por lo general a fines de diciembre o principios de enero.

Los períodos más favorables para la plantación en los diferentes bosques son como sigue:

Carite.—Desde principios de mayo hasta fines de noviembre, excepto a baja elevación hacia el sur (Patillas) donde debe descontinuarse la plantación para mediados de noviembre.

Guajataca.—Principios de mayo hasta fines de octubre.

Guánica.—Mediados de agosto hasta mediados de octubre.

Guilarte.—Principios de marzo hasta fines de noviembre.

Isla de Mona.—Principios de septiembre hasta fines de octubre.

Manglares.—Todo el año según haya disponible material de siembra.

Maricao.—Mediados de abril hasta fines de octubre.

Río Abajo.—Mediados de abril hasta fines de noviembre.

Susúa.—Principios de agosto hasta fines de octubre.

El mes de mayo es lluvioso en la costa sur (Guánica y Susúa) pero va seguido normalmente por una época de sequía en junio y julio, de manera que la plantación por lo general debe posponerse hasta agosto en esa localidad.

Material de Siembra

La mayoría de las plantaciones fueron establecidas usando posturas de 18 a 24 pulgadas de alto, provenientes de vivero. El pino australiano (*Casuarina equisetifolia* Forst.) y varias especies de eucalipto constituyen la excepción porque producen un pobre material de siembra si no se transplantan en el vivero cuando tienen de 4 a 8 pulgadas de alto. Ese trasplante mejora no sólo el sistema radicular sino que también las ramas de los arbolitos. El material de vivero de teca (*Tectona grandis* L.), capá prieto (*Cordia alliodora* R. & P. Cham.) y caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King) que se deja más tiempo de lo ordinario, se desmocha obteniéndose resultados satisfactorios. El tabonuco (*Dacryodes excelsa* Vahl), el maricao (*Byrsonima spicata* Cav.) DC. y masa (*Tetragastris balsamifera* (Sw.) Kuntze) no resisten bien la siembra a raíz desnuda. El tabonuco tiene éxi-

to plantándose con cepellón. El uso de envases de papel embreado en sitios secos como Guánica, Susúa y la Isla de Mona ha dado buenos resultados con caoba dominicana (*Swietenia mahagoni* Jacq.) según se ha expresado anteriormente en esta revista (12).

El material silvestre (brinzales) ha sido usado con éxito en el caso de guaraguao (*Guarea trichilioides* L.), roble (*Tabebuia pallida* Miers), mangle blanco (*Laguncularia racemosa* L.) y guamá venezolano (*Inga punctata* Willd.) El material silvestre, caso de obtenerse, es por lo general más rústico que el material de vivero ya que desarrolla mejor sistema radicular y no tiene tallos suculentos. También los brinzales no crecen en exceso como las posturas y por lo tanto retienen un tamaño propio para sembrar durante un largo período de tiempo.

Las especies de semilla grande por lo general pueden establecerse por siembra directa. Muchas de ellas no trasplantan bien. La siembra directa ha tenido éxito en el caso de maría (*Calophyllum antillanum* Britton), jácana (*Lucuma multiflora* A. DC.), nuez moscada (*Ocotea moschata* L.) y pomarrosa (*Eugenia jambos* L.). La siembra directa de moca (*Andira jamaicensis* (W. Wright) Urb.) y algarrobo (*Hymenaea courbaril L.*) fracasó debido en parte a que los ratones se comían la semilla. La siembra directa de caoba dominicana (*Swietenia mahagoni* Jacq.) ha tenido éxito en la zona caliza de la costa norte pero fracasó en Guánica debido probablemente a la sequía. La semilla de mangle blanco (*Laguncularia racemosa* L.) y mangle negro (*Avicennia nitida* Jacq.) se regó al voleo y la primera de éstas se estableció satisfactoriamente por este método. El mangle colorado (*Rhizophora mangle* L.) puede establecerse fácilmente insertando las semillas puntiagudas en el cieno.

Espaciamiento

La efectividad de los distintos espacimientos se juzgó a base de la forma del árbol y de la rapidez de formación de la copa. El espaciamiento que se usó más comúnmente fué el de 6 pies por 6 y resultó por lo general satisfactorio. En el caso de maría (*Calophyllum antillanum* Britton) fué más deseable usar un espaciamiento menor (5 pies x 5) cuando se plantaba en sitios pobres donde el dosel se cierra lentamente y los árboles tienden a ramificar por lo bajo. El eucalipto y la casuarina crecen muy rápidamente y no tienen la tendencia de formar copas bajas y de muchas ramas, por lo tanto parece satisfactorio un espaciamiento de 8 pies por 8. Las plantaciones de estas dos especies forman un dosel en 3 o 4 años sin precisar aclareos tempranos.

Mezcla de Especies

Raramente se hicieron esfuerzos deliberados por establecer plantaciones mixtas, las cuales no han tenido éxito. La falta de conocimientos en relación con la adaptabilidad de las especies y el compás de crecimiento de diferentes especies dió lugar a la formación de rodales irregulares en donde una especie sobrepasaba a la otra. El resultado fué la producción de dominantes con copas abiertas y la dominación de las especies de crecimiento más lento, hasta tal grado que evitó su desarrollo. Por ejemplo, la caoba dominicana (*Swietenia mahagoni* Jacq.) fué completamente dominada por las copas abiertas de capá blanco (*Petitia domingensis* Jacq.) especie de menor valor, pero que crece más rápidamente.

No se ha encontrado aún ninguna mezcla que parezca destinada a dar mayores rendimientos que las plantaciones puras. Sin embargo, todas las plantaciones de Puerto Rico son aún tan jóvenes que probablemente no resulta sabio adherirse religiosamente al sistema de plantaciones puras. Es concebible que una especie tolerante de sombra, de crecimiento más lento y de aplicación para postes o espeques pueda mezclarse con una especie intolerante de rápido crecimiento que sirva para madera. Aquellas especies que en este caso sirvan para postes podrían extraerse mediante aclareos con mayor prove-

cho que los árboles de tamaño correspondiente de una especie que aunque produce buena madera aserrable no se presta para emplearse como madera rolliza.

El número de especies que se adaptan a sitios adversos es tan limitado que la sucesión natural comienza con los rodales casi puros de especies forestales agresivas. Esta misma limitación es la que gobierna la reforestación y tiende generalmente a la selección de una especie rústica intolerante para plantar pura. Los siguientes son ejemplos de tales especies, pino (*Casuarina equisetifolia* Forst.), maría (*Calophyllum antillanum* Britton), roble (*Tabebuia pallida* Miers) y eucalipto (*Eucalyptus* spp.)

En los sitios mejores, particularmente en aquellos donde ya existe un bosque y se ha creado una condición edáfica favorable y un ambiente de protección parece deseable seguir los pasos de la naturaleza conservando un rodal mixto de especies que formen parte del clímax o estén cerca de éste. En esta categoría caen las siguientes especies: capá prieto (*Cordia alliodora* R. & P. Cham), caoba hondureña (*Swietenia macrophylla* King) nuez moscada (*Ocotea moschata* L.) y guaraguao (*Guarea trichilioides* L.) Aparentemente la mejor manera de establecerlas es mediante la subplantación, con un espaciamiento de cerca de 25 pies, dejándole la vegetación natural que tenga a su alrededor y que no interfiera con su desarrollo. Este tipo de siembra puede dar lugar a un rodal puro solamente en los últimos años del turno. Hoy día sólo puede conjeturarse con respecto a lo que habrá de pasar en el futuro cuando sea un rodal puro. La subplantación merece investigarse pronto e intensamente.

El elevado costo del desyerbo y de la corta de bejuco en el pasado se debió en su mayoría a los esfuerzos que se hizo para salvar plantaciones de especies que no se adaptaban a los sitios. El crecimiento allí era lento lo cual prolongaba el período en que se necesitaba desyerbo. Los yerbajos y las trepadoras no son por lo general la causa primordial del fracaso de las plantaciones pero son un factor que contribuye debido a que los frecuentes desyerbos en largos períodos hacen prohibitivo el establecimiento de plantaciones y si se retrasan los desyerbos, los yerbajos y bejucos eliminan a los arbolitos. En algunos sitios donde abundan los bejucos tales como *Dioscorea* sp. la reforestación (con la mayoría de las especies) es arriesgada.

Recientemente los costos del desyerbo y de la corta de bejucos han bajado grandemente como resultado de una mejor selección de especies. En sitios abiertos y adversos tales especies como roble (*Tabebuia pallida* Miers) y maría (*Calophyllum antillanum* Britton) son muy agresivas y requieren sólo dos o tres desyerbos. En tales sitios pueden establecerse también con un desyerbo mínimo especies menos agresivas pero de crecimento muy rápido, como por ejemplo pino (*Casuarina equisetifolia* Forst.) y eucalipto (*Eucalyptus* sp.)

Las especies más sensitivas, que en plantíos efectuados en el pasado han requerido desyerbos por espacio de períodos excesivamente largos, pueden establecerse más barato al resguardo de un dosel forestal ligero, el que evita que los bejucos invadan el sitio y al mismo tiempo les provee a los arbolitos suficiente luz. Esta técnica no elimina la necesidad de desyerbar pero reduce esta labor a dos o tres tratamientos baratos.

Poda

La poda se ha efectuado sólo en muy pequeña escala. Este estudio demostró que en Puerto Rico la poda no será muy necesaria si las plantaciones están debidamente manipuladas. Ello se debe a que los termes acaban con las ramas muertas casi inmediatamente. Luego, el control de la forma de los árboles depende en gran parte del grado de espaciamiento. No importa cual sea la especie, el espaciamiento estrecho le asegura una buena forma a los árboles, sin formación de ramas bajas. Los aclareos conservadores no necesariamente han de producir ramificación excesiva. En una plantación densa el número de árboles malformados es general-

mente tan pequeño que pueden eliminarse todos en el primer aclareo.

Liberación

La liberación de las plantaciones ha sido necesaria en aquellas áreas donde los árboles se establecieron con espaciamiento estrecho, bajo un monte de abrigo. Un ejemplo sobresaliente es el de la caoba venezolana (*Swietenia candollei* Pittier) en Río Abajo, donde los árboles grandes del monte de abrigo fueron capados o eliminados por los carboneros. El capamiento, para tener éxito, requiere la remoción de una faja de corteza de 6 pulgadas de ancho. Los plátanos (guineos) que se entreplantaron hubo que entresacarlos repetidas veces. Se aprendió una lección: la importancia de situar los árboles entreplantados en los claros del dosel de modo que sólo se requiera una liberación mínima. Es preciso tener mucho cuidado al tumbar un árbol a través de un subsuelo de vardazcos de 10 o 15 pies. Muy a menudo se capan los árboles grandes del monte de abrigo para reducir el daño que ocasiona a los árboles subplantados.

ADAPTABILIDAD DE LAS ESPECIES

Agathis australis (Lamb.) Steud, Pino Kauri.

Unos cuantos árboles de esta especie que se sembraron en Maricao, en sitios abierto, en la falda de una colina sobre suelo arcilloso (serie Rosario) tienen al cabo de 10 años un diámetro promedio de 4 pulgadas y una altura promedio de 16 pies. El árbol más grande tiene 7 pulgadas de diámetro y 20 pies de altura. Medran bien, tienen buena forman y prometen como ornamentales.

Aleurites trisperma Blanco, Tung

Las plantaciones establecidas en Maricao en una falda de ladera protegida, sobre suelo arcilloso (serie Rosario), contiene árboles que medran bien y de buen crecimiento. En Río Abajo, resultó satisfactoria la supervivencia de posturas enmacetadas y los arbolitos sobrepasaron en altura a los arbolitos contiguos de la misma edad. Los árboles medran pero tienen copa ancha.

Andira jamaicensis (W. Wright) Urban, Moca.

En la propagación de la moca se utilizó la siembra directa en una gran extensión en Carite en sitios degradados y enmalezados. Fué un fracaso completo. La germinación fué regular pero los arbolitos nunca crecieron y fueron dominados por la vegetación. En Guajataca hubo considerable mortalidad de semillones debido a las ratas. También aquí el crecimiento era lento y el rodal formado era muy irregular. En la tabla número 2 aparece el crecimiento logrado.

En Río Abajo se usó la siembra directa para propagar la moca en un valle abierto, sobre suelo degradado. La supervivencia fué elevada al cabo de 4 años y medio pero los árboles tenían sólo de 2 a 4 pies de altura.

El fracaso de la moca puede que sea debido en gran parte a desadaptación a los

Tabla 2.—**Crecimiento anual promedio de moca en Guajataca**

Medio estacional	Localidades	Edad promedio	Crecimiento en			
			D.A.P.		Altura	
			Prom.	Max.	Prom.	Max.
	Núm.	Años	Pulg.	Pulg.	Pies	Pies
Falda de laderas	2	9	0,11	0,22	0,7	1,2

suelos expuestos y degradados donde se sembró. Parece que esta especie pertenece a bosques climácicos. La reproducción natural abunda en rodales densos y debe aceptarse como especie satisfactoria en bosques secundarios. Su crecimiento es lento, aún bajo condiciones forestales óptimas, por lo tanto al presente no se justifica efectuar más pruebas de regeneración artificial.

Avicennia nitida Jacq., Mangle Blanco

Para la reforestación con esta especie se usó material silvestre y semillas. La supervivencia del material silvestre fué muy baja. Ya no pueden evidenciarse los resultados de la siembra al voleo que se efectuó hace muchos años. Aparentemente el mangle blanco (*Laguncularia racemosa* L.) es de igual utilidad y su regeneración ha tenido más éxito por lo cual por ahora no se sugiere ningún trabajo ulterior con mangle negro.

Byrsonima spicata (Cav.) DC, Maricao

El maricao se ha sembrado en pequeña escala. La germinación de la semilla en el vivero es baja e irregular. En Carite era lento el crecimiento de un plantío en una ladera de suelo arcilloso degradado. En Río Abajo en un valle abierto la supervivencia inicial era de 60 por ciento la cual se redujo luego a 48 por ciento. Al cabo de tres años los árboles medraban, tenían buena forma y su altura era de 3 pies. No había evidencia de ataque de insectos o enfermedades.

Calophyllum antillanum Britton, María

La maría se ha usado extensamente en reforestación por ser rústica, agresiva y porque se propaga fácilmente por siembra directa. En Maricao demostró que es la mejor que se adapta a los sitios expuestos. En la tabla número 3 aparece indicado el crecimiento anual promedio de esta especie en Maricao. Una plantación de 27 años de edad se ha desarrollado muy bien sobre suelo arcilloso degradado de la serie Nipe. El diámetro promedio de esta plantación es de 5 pulgadas, el máximo 10 pulgadas. La altura promedio es de 40 pies, la máxima de 54 pies. Una parte densa de esta plantación ha alcanzado un área basimétrica de 173 pies cuadrados por acre y necesita un aclareo intenso.

Tabla 3.—Crecimiento anual promedio de maría en Maricao

Medio estacional	Localidades	Edad Promedio	Crecimiento en			
			D.A.P.		Altura	
			Prom.	Max.	Prom.	Max.
	Núm.	Años	Pulg.	Pulg.	Pies	Pies
Valles y faldas de laderas cóncavas	2	10	0,25	0,45	1,8	2,2
Laderas uniformes con orientación norte u oeste	7	10	0,22	0,31	1,0	1,4
Laderas uniformes con orientación sur o este, parte superior de laderas, cresterías y suelos arcillosos degradados, serie Nipe	3	7	0,18	—	0,7	—

FIG. 3.—*Rodal de maría de 21 años después de haber sido aclarado hasta un área basimétrica de 80 pies cuadrados por acre. La plantación crece en una ladera cóncava en las alturas de Maricao.*

En Susúa plantaciones de 5 años de edad situadas en valles y faldas de laderas cóncavas, el diámetro promedio de los árboles es de 1,5 pulgadas con un máximo de 2 pulgadas. Las alturas promedio y máxima son 8 y 10 pies respectivamente.

En Guajataca se regó maría en todos los medios estacionales y los resultados hasta la fecha aparecen en la siguiente tabla.

En la tabla número 5 aparece el desarrollo alcanzado por una plantación en Guajataca, en la parte superior de una ladera expuesta a los vientos del este. La plantación es pura y tiene 9 años de edad. El gran número de árboles malformados se debe en

Tabla 4.—**Crecimiento anual promedio de maría en Guajataca**

Medio estacional	Localidades	Edad promedio	Crecimiento en			
			D.A.P.		Altura	
			Prom.	Max.	Prom.	Max.
	Núm.	Años	Pulg.	Pulg.	Pies	Pies
Picos	8	6	0,36	0,43	1,6	2,2
Faldas de laderas	1	9	0,28	—	2,8	—
Abras	2	6	0,43	0,56	2,9	3,9

parte a medio estacional pobre pero podía haberse aminorado usando un espaciamiento menor. Se usó una distancia de 6 pies por seis entre los árboles pero se originaron muchos huecos por fallas. Debido al efecto del viento muchos árboles resultaron achaparrados. Por ser abierto el rodal una intensa poda que se hizo hace algunos años dió como resultado ramificación excesiva.

Tabla 5.—Desarrollo de una plantación de maría en Guajataca
Pura — 9 años de edad.

D.A.P.	Porte y número de árboles por acre		
	Bueno	Malo	Total
Pulgadas	Núm.	Núm.	Núm.
1	8	28	36
2	152	180	332
3	124	76	200
Total	284	284	568

En Río Abajo el establecimiento de esta especie ha tenido éxito en las faldas de laderas. Los plantíos eran muy heterogéneos y aún no proveen buenos datos sobre crecimiento.

En la parte sur del bosque de Carite (Patillas) la maría ha demostrado que se adapta a las faldas de laderas pedregosas mejor que ninguna otra de las especies estudiadas. Al cabo de siete años los árboles de maría alcanzaron un diámetro de 2 a 3 pulgadas y una altura de 12 a 15 pies. La maría vegeta bien en las laderas uniformes de la parte más húmeda del bosque.

La siembra directa de maría fracasó en la isla de Mona debido aparentemente a la excesiva sequedad del clima.

Esta especie se propaga abundantemente y está relativamente exenta del ataque de insectos y enfermedades. Una vez establecida inicialmente, su perpetuación no debe ser difícil.

Casuarina canninghamiana Miguel, Pino

De los 8.800 árboles que se plantaron en Mariaco en 1924 en suelo arcilloso degradado de la serie Nipe sólo aproximadamente 400 árboles subsistían en 1945. Estos árboles tenían un d.a.p. de 2 a 5 pulgadas y una altura de 15 a 35 pies. Esta especie parece vegetar mejor que un plantío adyacente de *C. equisetifolia* Forst. pero nunca ha logrado formar un dosel cerrado y parece desadaptada a este medio estacional pobre.

Casuarina equisetifolia Forest., Pino australiano

El pino se ha plantado extensamente sólo en Río Abajo, Maricao e Isla de Mona. En Río Abajo la plantación se limitó a los valles abiertos que han sido degradados por cultivos. Después de una supervivencia inicial baja el árbol ha sobrevivido bien. La reposición de fallas se hizo en los sitios que era necesaria. El crecimiento ha sido muy rápido ya que los árboles han alcanzado 8 pies de altura en un año. Al cabo de 4 años el d.a.p. promedio era de 3 pulgadas y el máximo 5 pulgadas. La altura promedio era de 30 pies. En suelos rojos degradados (arcilla de serie Moca) en valles abiertos, el pino rápidamente mejora el suelo. La caída intensa de acículas mata la vegetación herbácea y forma un espeso tapiz, bajo el cual el suelo se torna más poroso.

En Maricao sobre arcilla degradada Nipe en una ladera de orientación sur los árboles de 20 años de edad tenían un diámetro promedio de sólo una pulgada y una altura promedio de 6 pies. Los árboles más altos tenían 25 pies de altura pero estaban malformados y cloróticos. El historial de esta plantación se desconoce pero según informes el fuego la ha castigado por lo menos una vez. Otro plantío de 20 años, situado en una ladera de orientación oeste tenía un diámetro promedio de 4 pulgadas y una altura promedio de 30 pies con máximas de 8 pulgadas y 60 pies respectivamente. Los árboles estaban cloróticos y de copas raquíticas. Ambas plantaciones se consideran fracasadas.

En la Isla de Mona el pino ha crecido muy bien en las arenas costaneras. Se plantó con cepellón, regándoles agua ocasionalmente durante los primeros meses. En rodales de 12 años el diámetro fluctúa entre 4 y 10 pulgadas y la altura entre 70 y 80 pies. El porte del árbol es bueno excepto en un área pequeña donde una combinación de suelo salino y azote del viento del lado del mar han matado las ramas superiores de los árboles.

Cedrela mexicana Roem., cedro español

Los esfuerzos que se han hecho en la región del Caribe por regenerar el cedro español han dado por lo general malos resultados (3, 4, 5, 6, 7, 8, 11). En Maricao se sembraron unas 140.000 posturas entre 1923 y 1929. En Maricao, Carite y Río Abajo, entre 1935 y 1938 se hicieron siembras aún mayores. Con la posible excepción de un rodal pequeño en Maricao, todas las plantaciones fueron un fracaso completo, no importa cual fuere el medio estacional. La plantación remanente en Maricao que tiene 10 años de edad está situada en la falda de una ladera cóncava, sobre arcilla pedregosa suelta, de la serie Rosario. Los árboles tienen un d.a.p. promedio de 5 pulgadas y una altura promedio de 15 pies.

No hay a mano ninguna explicación clara de la causa del fracaso. Esta especie no se adapta a suelos degradados y puede que se establezca con mayor éxito subplantándola a mayor espaciamiento y seleccionando con cuidado un micro-ambiente favorable para cada arbolito.

Cedrela odorata L., Cedro hembra

Los recientes plantíos experimentales de cedro hembra muestran que esta especie es tan sensible al medio estacional como *C. mexicana*. En Río Abajo en una falda de ladera el árbol más grande en una plantación de 5 años tenía 10 pies de alto. El crecimiento variaba. Para esa fecha se creía que ya los árboles habían pasado el período difícil de ajuste. En Guilarte, en una ladera uniforme, bien drenada, los árboles de 3 años tenían de 3 a 5 pies de altura. Por lo general el ataque del taladrador de renuevos es severo en sitios abiertos pero es menos severo bajo una sombra ligera. Deben hacerse más pruebas usando subplantación más espaciada.

Coccolobis grandifalia Jacq., Moralón

En Maricao una plantación de 10 años en una crestería expuesta, sobre arcilla degradada (serie Nipe) tenía una altura promedio de 9 pies, con máxima de 15 pies. El diámetro variaba entre 1 y 2 pulgadas. Tenía buen porte y vegetaba bien a pesar de que el medio estacional era uno de los más adversos de la isla.

Colubrina arborescens (Mill.) Sarg., Avelluelo

Las plantaciones de esta especie que se hicieron entre 1937 y 1939 en los mejores medios estacionales de Río Abajo, Guajataca, Susúa e Isla de Mona se muestran todos desalentadores. La supervivencia fué baja, el crecimiento de los árboles fué lento y el porte pobre. Sin embargo, otra plantación en la cual se usó semilla proveniente de mayor elevación cerca del bosque sobrevivió bien y creció rápidamente, alcanzando los árboles una altura de 8 pies al cabo de 5 años. Los árboles eran exuberantes, con hojas grandes. Las plantaciones anteriores se habían hecho en todos lo medios estacionales con semilla oriunda de los bosques secos de Guánica, donde la especie es sólo un árbol pequeño y probablemente de diferente especie o variedad. La superioridad de la otra variedad, de mayor tamaño y rapidez de crecimiento no se había notado para esa fecha. Los plantíos futuros deben hacerse con ese tipo mayor que es común en los sectores más húmedos de la zona caliza.

Cordia alliodora R. & P. Cham. Capá prieto

El capá prieto es una de las especies más prometedoras entre las que se han plantado hasta la fecha. Se plantó extensamente en los mejores sitios de Carite, Río Abajo y Guilarte. La supervivencia es baja por lo general pero los árboles que arraigan generalmente crecen bien. El capá prieto logra su crecimiento óptimo en suelos sueltos derivados de dioritas y esquistos. En Carite una plantación situada en una ladera uniforme y establecida bajo una sombra mixta de café alcanzó un diámetro promedio de 5 pulgadas al cabo de 9 años. Las alturas promedio y máxima de los árboles fueron de 35 y 45 pies respectivamente. Los árboles eran vigorosos y de buen porte. A los 9 años de edad se les hizo una corta de liberación.

El capá prieto es nativo de Guilarte y allí las plantaciones de esta especie se han desarrollado bien. En la tabla número 6 aparece el crecimiento alcanzado por una plantación en Guilarte.

En Río Abajo la supervivencia al cabo de 3 años fué menos del 40 por ciento. Aún las plantaciones situadas en faldas de laderas dieron una supervivencia inicial elevada pero murieron debido a la podredumbre de la raíz y a la defoliación ocasionada por *Monanthia montropidia* Stal. (13) y el manchón de la hoja que fué severo durante los años secos.

En Guánica una plantación sobresaliente se desarrolló en un valle en suelo fértil. Los árboles que se plantaron en 1922 alcanzaron al cabo de 10 años un diámetro promedio de 3,5 pulgadas y una altura de 15 pies. El porte era excelente y el rodal medraba muy bien.

La experiencia en el pasado ha mostrado la necesidad de producir material de vivero de buena calidad en el caso de capá prieto. El material que esté atacado por el manchón de la hoja o que sea ahusado no se establece rápidamente en el campo. El material de vivero y el material silvestre descabezado y del diámetro de un lápiz o más puede lograr una supervivencia alta y un crecimiento rápido.

El capá prieto parece adaptado a la subplantación. Las pruebas preliminares indican que puede crecer rápidamente bajo una sombra leve. La subplantación distanciada puede reducir la seriedad del ataque de insectos.

Cytharexylum fructicosum L., Péndula

Las plantaciones de esta especie se han llevado a cabo solamente sobre suelo arcilloso degradado (serie Nipe) en Maricao. Una plantación que posiblemente ha sufrido a manos del fuego contiene árboles entecos que varias veces han sufrido marchitez descendiente. Los árboles mayores tenían una pulgada de diámetro y las alturas fluctuaban entre 3 y 8 pies. Otro rodal de 10 años de edad sobre una cresta elevada tenía árboles de alturas de 2 a 10 pies y diámetros de 1 a 1½ pulgadas. Plantíos experimentales recientes en sitios más favorables indican que serían aconsejables mayor número de pruebas.

Tabla 6.—Crecimiento anual promedio de capá prieto en Guilarte

Medio estacional	Localidades	Edad Promedio	Crecimiento en			
			D.A.P.		Altura	
			Prom.	Max.	Prom.	Max.
	Núm.	Años	Pulg.	Pulg.	Pies	Pies
Falda de ladera	3	6	0,37	0,50	1,9	2,4

Dalbergia sissoo Roxb., Dalbergia

En Carite fracasó una plantación en una ladera de suelo arcilloso degradado. La supervivencia fué bien baja y los bejucos y lianas o un tipo de gomosis mataron los árboles restantes. No parece justificarse el efectuar más pruebas con esta especie.

Dipholis sintenisiana Pierre & Urban, Espejuelo

En Maricao se sembraron más de 200 libras de semillas de esta especie en una ladera seca y expuesta, sobre arcilla de la serie Rosario. La germinación fué pequeña o nula. Es deseable efectuar más estudios con esta especie.

Eucalyptus robusta Smith, Eucalipto

El *Eucaliptus robusta* ha probado ser una de las especies de más rápido crecimiento en las montañas. La supervivencia es elevada y los árboles son por lo general de buen porte. El árbol es tan intolerante de la sombra que se desrama por sí solo rápidamente y la iluminación creada es tal que se desarrolla un denso sotobosque lo cual dificulta la perpetuación de esta especie pero provee un buen ambiente para la subplantación.

En Maricao una plantación de 22 años de edad que estaba creciendo sobre una ladera uniforme de orientación oeste produjo árboles hasta de 17 pulgadas de diámetro y de 55 a 65 pies de altura. Cuando se efectuó el aprovechamiento de esta plantación los tocones originaron numerosos vástagos. Los árboles de plantíos de cuatro años de edad sobre arcilla Nipe degradada alcanzaron de 1, 5 a 3, 5 pulgadas de d. a. p. y alturas de 8 a 12 pies. Los árboles dominaron ostensiblemente a los bejucos.

En Carite en una ladera uniforme un plantío de 10 años de edad produjo árboles de un diámetro promedio de 8 pulgadas. El área basimétrica de esta plantación era 110 pies cuadrados y necesitaba un aclareo.

En Guilarte esta especie ha resultado ser una de las que mejor se adaptan a los suelos degradados en crestas expuestas. En la falda de una ladera cóncava una plantación de 10 años tenía un diámetro promedio de 13 pulgadas y una altura promedio de 55 pies.

En Río Abajo en un suelo rojo erosionado, situado en un valle abierto y cerca de un arroyo árboles de 5 años de edad tenían un diámetro de 4 pulgadas y una altura de 20 pies. En ese sitio la especie creció con más vigor que *E. alba, E. propinqua* y *E. tereticornis.*

Eucalyptus sp., Eucalipto

Una especie de eucalipto que hasta hace poco se creyó era *E. resinifera* J. E. Smith está ahora en duda. La corteza de esta especie es fina y se descorteza en largas hebras, dejando un tronco liso. Ha sido identificada como *E. kirtoniana,* la cual está estrechamente relacionada con *E. resinifera* y ha sido denominada también como una variedad de esta última.

Esta especie sobrevive y crece bien en las montañas, aún en sitios adversos. Arboles de 10 años en una falda de ladera en Guilarte tienen un d. a. p. promedio de 14,5 pulgadas y una altura promedio de 65 pies, algo mayor que los árboles de *E. robusta* con los cuales estaban mezclados. Arboles dispersos de la misma edad que crecían en el borde de pantanos en valles abiertos en Río Abajo tienen 15 pulgadas de diámetro y de 50 a 60 pies de altura. Unos pocos árboles que se plantaron en suelo arcilloso degradado (serie Nipe) en Maricao han crecido tan rápidamente como la plantación más extensa de *E. robusta* que se encuentra allí.

FIG. 4.—*Arbol de eucalipto de 12 años en un sendero de de una ladera uniforme en Guilarte.*

Fraxinus sp. Fresno

Esta especie, posiblemente *F. americana* fué introducida del Hawaii. Se plantó extensamente en Maricao en suelos degradados de la serie Nipe. Sólo se ha desarrollado en un área pequeña en una ladera protegida, de orientación oeste. Al cabo de 10 años estos árboles tienen un diámetro promedio de 2 pulgadas, con máxima de 5 pulgadas y una altura promedio de 10 pies, con máxima de 20. La mayoría de estos árboles tienen mala forma, con copas abiertas.

Grevillea robusta Cunn., Roble de seda

En Maricao, en una plantación de 19 años situada en una ladera uniforme de orientación oeste se encontraron veinte árboles de esta especie. Los árboles más grandes tenían 9 pulgadas de diámetro y 35 pies de alto. No se recomienda la siembra ulterior de este árbol debido al severo ataque de queresas.

Guaiacum officinale L., Guayacán

En Guánica se usó la siembra directa y la plantación para propagar esta especie. No puede dependerse de la siembra directa debido a la baja germinación y a que se mueren los arbolitos tiernos durante la sequía. La siembra a raíz desnuda fracasó aparentemente pues la mayoría de los árboles sobrevivientes habían sido sembrados en macetas. Una plantación de 13 años de edad en la que se usó material sembrado en macetas pudo establecerse bajo una ligera

cubierta de *Leucaena glauca* Benth. y ha alcanzado una altura promedio de 4 pies con máxima de 8 pies. El rodal crece con un aspecto vigoroso y quedan unos 600 árboles por acre. El crecimiento es lento pero el medio estacional es muy adverso para la mayoría de las demás especies que han sido probadas.

Guarea trichilioides L., Guaraguao

La plantación de guaraguao se limitó a Carite y Guilarte, donde constituye una de las especies más satisfactorias. Crece bien en subplantación, produciendo árboles de buena forma y exentos del ataque del taladrador de renuevos. Por lo general la siembra a campo raso fracasó. En la tabla número 7 aparece el crecimiento anual promedio en Guilarte en una falda de ladera cóncava.

Haematoxylon campechianum L., Campeche

En Guánica una plantación establecida en un valle protegido creció hasta un diámetro promedio de 7 pulgadas en 18 años. Los árboles tenían una forma aparasolada y no han producido aún mucha madera de tinte. El diseminado es abundante y la especie puede convertirse en una cizaña. No se justifica el hacer más ensayos con esta especie.

Hyeronima clusioides (Tul.) Griseb., Cedro macho

Cedro macho, una de las especies nativas más atractivas como madera de ebanistería no ha sido plantada extensamente debido a su baja germinación. En una plantación de 10 años situada en un suelo degradado en un valle abierto de Río Abajo, los árboles tienen un d.a.p. promedio de 3 pulgadas y una altura de 20 pies. La forma es excelente. Esta plantación se estableció usando material sembrado en macetas. No se conoce la capacidad de supervivencia de los arbolitos sembrados a raíz desnuda.

Hymenaea courbaril L., Algarrobo

En Susúa el algarrobo se plantó por siembra directa en una ladera seca de suelo arcilloso de la serie Rosario y en la parte sur más baja en el bosque de Carite, en una ladera húmeda de suelo arcilloso lómico. La supervivencia fué baja y el crecimiento muy lento. En ambos casos la siembra directa tuvo lugar a campo raso, en Susúa en una ladera seca y cálida y en Carite con severa competencia de parte de malezas y bejucos. Los experimentos sobre siembra directa y plantación bajo cubierta y bajo condiciones más favorables ha sido muy satisfactoria.

Laguncularia racemosa L., Mangle blanco

La plantación ha fracasado en suelos de mangle sujetos a acumulación de arena, debido aparentemente a que tales sitios se hacen cada vez más adversos para el crecimiento del mangle. En Piñones en el lado de la laguna que da a la tierra, donde la acumulación es primordialmente de cieno y barro pudo establecerse una plantación con mucho éxito. Se limpió el sitio de helechos y gramíneas quemando la broza y sembran-

Tabla 7.—**Crecimiento anual promedio de guaraguao en Guilarte**

Medio estacional	Localidades	Edad promedio	Crecimiento en			
			D.A.P.		Altura	
			Prom.	Max.	Prom.	Max.
	Núm.	Años	Pulg.	Pulg.	Pies	Pies
Ladera	3	5	0,28	0,41	1,9	2,8

do brinzales silvestres. La supervivencia fué buena y al cabo de 8 años el diámetro promedio fué de 3 pulgadas y se cortaron muchos árboles para postes.

Lucuma multiflora A. DC., Jácana

En Guajataca y en los bosques montañosos de Guilarte se ha plantado jácana por siembra directa. La germinación es alta y la sombra del árbol es generalmente buena. El árbol es lo suficientemente tolerante para tolerar la subplantación. La jácana ha demostrado una adaptación óptima a las faldas de laderas cóncavas. En ambientes expuestos, especialmente en sitios exhaustos por el cultivo agrícola, la jácana se torna clorótica y no crece. En Guilarte árboles de siete años de edad y situados en laderas cóncavas tenían un d.a.p. de pulgada y media a dos pulgadas y media y altura de 18 a 20 pies. En Guajataca esta especie ha demostrado ser capaz de surgir a través de densa vegetación de yerba de guinea en faldas de laderas.

Magnolia portoricensis Bello,, Jaguilla

La baja germinación de la jaguilla ha limitado su plantación. En Guilarte, una plantación que se hizo en un valle abierto, usando arbolitos en macetas señala que es deseable probar la subplantación. La supervivencia fué alta pero los árboles han crecido solamente hasta 10 pies en 8 años y prácticamente no están creciendo. Tienen hojas gruesas, amarillentas y abarquilladas lo cual indica que necesitan sombra.

Montezuma speciosissima Sessé & Moc., Maga colorada

La maga, cuya madera es resistente a la polilla, fué una de las especies que más se plantó. Las mejores plantaciones están situadas en Río Abajo en lo profundo de las abras. Un plantío de 5 años de edad tiene un promedio de 2,7 pulgadas y una altura promedio de 20 pies. Al cabo de 9 años esa misma plantación tenía un diámetro promedio de 3,6 pulgadas y un área basimétrica de 58 pies cuadrados por acre. Por lo tanto, el crecimiento en diámetro iba decreciendo. La desramazón natural de la especie hasta una altura de ¾ partes del bolo indica la intolerancia de la especie. En suelos degradados en valles abiertos en este mismo bosque la maga se torna clorótica y deja de crecer después que llega aproximadamente a los 3 años de edad. Los árboles carecen de vigor y no parecen estar destinados a desarrollarse adecuadamente.

Las plantaciones de Guajataca eran por lo general de calidad inferior a las de Río Abajo a pesar de que la maga es nativa de la región. La supervivencia fué baja debido a mayor exposición en la mayoría de los sitios. En una abra una plantación de cinco años de edad, los árboles bastantes distanciados tenían un diámetro promedio de 3 pulgadas y una altura de 20 pies.

En Carite, en los valles más bajos del borde sur del bosque los mejores rodales de seis años tenían un d.a.p. de 3 a 4½ pulgadas y una altura de 18 a 25 pies. Muchos de los árboles tenían forma pobre.

La mala forma del árbol ha sido un factor desalentador en la siembra de maga. En buenos sitios la supervivencia es elevada pero al cabo de 3 ó 4 años los árboles cercanos a una falla o cualquier otro claro se tornan ramosos. La poda de tales árboles produce abundancia de ramificación excesiva y abultamientos en el bolo. Ha habido objeciones en cuanto a la siembra de maga cerca de las plantaciones de algodón porque el gorgojo rosado (*Pectinophora gossyphiella* Saunders) puede pasar parte de su ciclo vital en los frutos de la maga. A veces las hojas y ramas se ven profusamente atacadas por queresas que a menudo matan los renuevos y las ramitas, dándoles al árbol una apariencia muy desagradable.

Ocotea moschata L., Nuez moscada

La siembra directa de nuez moscada a poca elevación es muy prometedora. Una plantación establecida en una ladera en un medio estacional húmedo, de una fertilidad

mayor que promedio, alcanzó un diámetro promedio de 2 pulgadas y una altura de 8 a 18 pies en 7 años. Los árboles medran y tienen una forma excelente.

Petitia domingensis Jacq. Capá blanco

El capá blanco se sembró en todos los bosques pero las plantaciones más grandes se hicieron en Maricao, Susúa y Guajataca. En plantíos de 20 años sobre suelo degradado de arcilla Nipe, había solamente unos cuantos árboles achaparrados. En un sitio protegido el d.a.p. promedio era de 4 pulgadas y la altura promedio de 18 a 20 pies. El crecimiento en plantaciones más jóvenes en faldas de laderas en este mismo bosque fué muy lento. El crecimiento anual en diámetro de los árboles de 9 años en dos localidades fué de 0,07 pulgadas y 0,6 pies en altura.

En Susúa la siembra directa fracasó y por lo general ni aún la plantación tuvo éxito. En el fondo de un valle una plantación de 7 años de edad tenía un diámetro promedio de 4 a 5 pulgadas y una altura de 8 pies, teniendo los más altos 20 pies de altura.

En Guajataca el capá blanco ha crecido más que la caoba dominicana pero los árboles son de porte pobre excepto en las abras y en las faldas de laderas. En la tabla número 8 aparece el crecimiento anual promedio.

En Río Abajo los árboles de 7 años sobre suelos degradados en un valle abierto tenían de 2 a 4 pulgadas de diámetro y de 12 a 15 pies de altura. En una abra una plantación de 8 años de edad tenía un diámetro promedio de 3, 5 pulgadas y una altura de 30 pies. Entre todos los bosques ésta es la mejor plantación de esta especie.

En Guilarte plantaciones abiertas de 9 años de edad, en faldas de laderas mostraban un crecimiento anual en diámetro de 0,35 a 0,65 pulgadas y un crecimiento anual en altura de 2,4 a 3,5 pies. Los árboles tienen una forma pobre pero están vigorosos en apariencia.

El capá blanco por lo general sobrevive bien y compite satisfactoriamente con los bejucos y lianas. Es necesaria la siembra a poca distancia para evitar copas ramosas. Las plantaciones mixtas no han tenido éxito ya que, por ser intolerante, el capá blanco precisa dominar para poder seguir creciendo. En sitios pobres, especialmente en localidades secas los árboles se estancan y adquieren una forma pobre. Aparentemente el capá blanco no debe plantarse en sitios donde pueda darse favorablemente la caoba u otras maderas de ebanistería.

Prosopis juliflora (Sw.) D. C. Bayahonda

En los rodales es algo difícil diferenciar entre la bayahonda que ha sido plantada y la que se ha propagado por sí sola ya que por lo general el diseminado abunda cerca de las plantaciones. En un valle de Guánica se encontró una plantación de 20 años establecida por siembra directa. Los diámetros de los árboles tenían un promedio de 10 pulgadas, con máxima de 14 pulgadas y los árboles tenían cerca de 15 pies de altura. Los árboles medraban muy bien y tenían una forma abierta. Otra plantación, situada en las arenas costaneras de Guánica tenía ár-

Tabla 8.—**Crecimiento anual promedio de capá blanco en Guajataca**

Medio estacional	Localidades	Edad promedio	Crecimiento en			
			D.A.P.		Altura	
			Prom.	Max.	Prom.	Max.
	Núm.	Años	Pulg.	Pulg.	Pies	Pies
Cerros	1	7	,43	,71	2,1	2,9
Faldas de laderas	1	5	,50	,70	2,0	3,6

boles de 10 pulgadas de diámetro y 15 pies de altura al cabo de 19 años.

La siembra directa ha dado lugar por lo general a una provisión incompleta del rodal debido a baja germinación. Un gorgojo ataca los frutos de esta especie cuando éstos aún no han caído del árbol y cuando se recogen del suelo las vainas están tan infestadas que hay datos de germinación tan bajos como el 6 por ciento. Al ganado le gustan las frutas lo cual coadyuva a la diseminación natural de esta especie.

Aún en sitios abiertos al crecimiento de los árboles se reduce al llegar a los 20 años. La bayahonda aparentemente debe aprovecharse mediante un turno de 10 a 15 años para postes o traviesas.

Rhizophora mangle L., Mangle colorado

La mejor adaptación del mangle colorado es en las márgenes de los canales o en las áreas más profundas en el borde más expuesto del manglar. En las áreas más secas no compite bien con mangle blanco (*Laguncularia racemosa* L.) ni con mangle negro (*Avicennia nitida* Jacq.). La semilla se recoge usando botes pequeños y se siembra incrustando las radículas en el cieno. En Piñones en un sitio favorable los árboles de 5 a 8 años de edad tenían de 1 a 2 pulgadas de diámetro y de 8 a 12 pies de altura. La supervivencia fué elevada.

El mangle colorado no debe sembrarse en áreas donde se deposita la arena. Aparentemente esas áreas han llegado a una etapa favorable a otras especies. La quema de los helechos resultó ser una práctica deseable allí donde eran muy densos (9).

Sciacassia siamea (Lam.) Britton, Cassia de Siam

Una plantación de 5 años de edad establecida en un valle en Guánica presentaba una altura promedio de 18 pies. La mayoría de los árboles eran ahorquillados. Los tocones de unos árboles cortados recientemente brotaron con vigor.

En Maricao en una falda de ladera de arcilla Rosario, una plantación de 10 años alcanzó 10 pulgadas de d.a.p. y una altura de 22 pies. El d.a.p. y la altura promedios eran de 3 pulgadas y 20 pies respectivamente. La mayoría de los árboles tenían una forma mala y no eran prometedores.

Sideroxylon foetidissimum Jacq., Tortugo amarillo

Una plantación de esta especie establecida en Carite a gran altura se encuentra achaparrada y los árboles no han podido competir con la demás vegetación. Esta especie se adapta mejor a la zona caliza de la costa norte de donde es oriunda.

Swietenia macrophylla King, Caoba hondureña

La caoba hondureña ha demostrado no adaptarse a los suelos degradados exhaustos por el cultivo agrícola. La supervivencia inicial es alta por lo general excepto en las zonas secas tales como Maricao y Susúa. En sitios pobres puede ser intenso el ataque del taladrador de renuevos. Las raíces no se desarrollan bien en suelos pesados y mojados lo cual facilita la caída de los árboles por acción eólica.

En sitios protegidos y de buen suelo la caoba hondureña crece rápidamente y con buena forma. El mejor medio estacional para esta especie han resultado ser las abras de Río Abajo. En ese sitio los plátanos y la sombra de viejos cafetales resultó beneficiosa como cobertura durante los primeros años. Al cabo de 6 años los árboles tenían un diámetro promedio de 3 pulgadas y una altura de 20 a 35 pies. Al cabo de 10 años el diámetro promedio era de 4 pulgadas y las alturas eran de 40 a 50 pies. Para esa fecha no había necesidad de aclareo en la mayoría de los sitios.

En Guilarte han fracasado extensos plantíos efectuados en suelos rojos arcillosos degradados. Los árboles aparecían ahilados y no crecían después de 10 años de edad. Algunos árboles situados en laderas cóncavas protegidas puede que eventualmente sean aprovechables como madera aserrable.

FIG. 5—*Rodal de caoba hondureña de 11 años, poco después de su primer aclareo. Está situado en Río Abajo en uno de los mejores medios estacionales: el fondo de un abra.*

En sitios similares en Carite, Maricao y Susúa también fracasó. En las dos últimas localidades la época de sequía durante la siembra contribuyó a la baja supervivencia. En Susúa algunos árboles en las faldas de laderas cóncavas tenían al cabo de 9 años un diámetro promedio de 3 a 4 pulgadas y una altura de 12 a 15 pies.

Swietenia mahagoni Jacq., Caoba dominicana

La mejor adaptación de la caoba dominicana es en las áreas relativamente secas a lo largo de las costas noroeste, suroeste y sur, con precipitación anual entre 30 y 70 pulgadas. En las montañas centrales fracasaron las plantaciones.

En los bosques insulares las mejores plantaciones son las establecidas en sitios con subsuelo calizo o serpentinoso. En esas áreas los árboles crecen mejor en las faldas de laderas protegidas; donde el crecimiento de esta especie es rápido y la forma de los árboles es generalmente buena. La tabla Núm. 9 muestra el crecimiento de esta especie en Guajataca. Puede verse que no existe una relación evidente entre el crecimiento y la topografía. Las laderas que miran al norte u oeste producen árboles más altos que los de orientación sur o este. La degradación del suelo como resultado del cultivo agrícola es más pronunciada en las abras, hecho que tiende a contrarrestar los efectos beneficiosos con que cuentan estos sitios protegidos. La degradación del suelo aparentemente ejerce una influencia importante sobre el crecimiento, el porte y la severidad del ataque del taladrador de renuevos.

Tabla 9.—**Crecimiento anual promedio de la caoba dominicana en Guajataca**

Medio Estacional	Localidades	Edad Promedio	Crecimiento en			
			D.A.P.		Altura	
			Prom.	Max.	Prom.	Max.
	Núm.	Años	Pulg.	Pulg.	Pies	Pies
Cerros	10	7	,37	,53	1,8	2,4
Faldas de laderas	2	8	,43	,57	2,5	2,9
Abras	5	8	,44	,53	1,8	2,2

Tabla 10.—**Plantación de 6 años de edad de caoba dominicana en Guajataca**

D.A.P.	Forma y número de árboles por acre		
	Buena	Mala	Total
Pulgadas	Núm.	Núm.	Núm.
1		8	8
2	32	120	152
3	192	188	380
4	60	24	84
Total	284	320	624

En la tabla número 10 aparece un resumen de los datos obtenidos en un cuartel de prueba de ¼ de acre en una plantación de 6 años en un abra de Guajataca. El 56 por ciento de los árboles tenían mala forma debido al ataque del taladrador de renuevos o a la degradación del medio estacional como resultado de previos cultivos del suelo o a una combinación de ambos factores.

En Susúa fué necesario emplear material en macetas para obtener una supervivencia elevada (12). El crecimiento fué algo más lento que en Guajataca sin embargo ésta fué por mucho la mejor especie plantada en la mayoría de los medios estacionales.

En Maricao las plantaciones fracasaron generalmente en suelos degradados. Los árboles se han desarrollado bien sólo en algunas áreas protegidas y aún allí el crecimiento es más lento que en Susúa. En la tabla número 12 aparece un resumen del crecimiento logrado por esta especie.

Tabla 11.—**Crecimiento anual promedio de la caoba dominicana en Susúa**

Medio estacional	Localidades	Edad promedio	Crecimiento en			
			D.A.P.		Altura	
			Prom.	Max.	Prom.	Max.
	Núm.	Años	Pulg.	Pulg.	Pies	Pies
Valles y faldas de laderas cóncavas	8	7	0,33	0,45	1,6	2.0
Laderas uniformes con aspecto aspecto norte u oeste	11	7	0,27	0,41	1,3	1,7

En Guánica, la supervivencia ha sido baja debido a la prolongada sequía. Los mejores resultados que se han obtenido hasta la fecha son usando macetas de papel embreado. La baja supervivencia ha dado lugar a plantíos espaciados y copas aparasoladas. Una plantación de 13 años de edad en un abra tenía árboles de 12 a 16 pies de altura y empezaba a cerrar el dosel. El ataque del taladrador de renuevos había sido severo En la tabla número 13 aparece un resumen de un cuartel de ensayo de ¼ de acre en esa plantación.

El 78 por ciento de los árboles eran de buena forma. Por lo general los más grandes eran los de forma pobre. Los árboles más pequeños que eran por lo general aquellos originados por reposición de fallas habían crecido derechos como resultado de la sombra lateral que les proveían los árbo-

FIG. 6—*Una plantación excelente de caoba dominicana de 12 años de edad en la planicie costanera arenosa de la isla de Mona. Nótese el buen porte de los árboles.*

Tabla 12.—**Crecimiento anual promedio de la caoba dominicana en Maricao**

Medio estacional	Localidades	Edad promedio	Crecimiento en			
			D.A.P.		Altura	
			Prom.	Max.	Prom.	Max.
	Núm.	Años	Pulg.	Pulg.	Pies	Pies
Valles y faldas de laderas cóncavas	1	18	0,17	0,28	1,00	1,22
Laderas uniformes con orientación norte u oeste	2	8	0,19	0,28	1,25	1,56

les más grandes. En la tabla número 14 aparece resumido el crecimiento anual promedio de esta plantación a los 15 años de edad. El crecimiento anual promedio compara favorablemente con las plantaciones en otros sitios de la isla.

Tabla 13.—**Distribución diamétrica y condición de los árboles de caoba dominicana en Guánica**

D.A.P.	Buenos	Malos	Total
Pulgadas	Núm.	Núm.	Núm.
1	5	4	8
2	16	8	24
3	16	24	40
4	48	20	68
5	80	8	88
6	68	4	72
7	4	—	4
Total	236	68	304

Tabla 14.—**Crecimiento anual promedio de la caoba dominicana en Guánica**

Clase según la copa	Arboles	Crecimiento anual promedio en d.a.p.
	Núm.	Pulgadas
Dominante	4	0,32
Codominante	54	0,34
Intermedio	18	0,26
Total	77	Prom. 0,32

En Río Abajo donde los suelos están más lavados debido a mayor precipitación los resultados de la siembra de caoba dominicana han sido muy desalentadores. La supervivencia ha sido baja, nunca ha pasado de 30 por ciento (usando material de raíz desnuda). Al cabo de 7 años los árboles tenían 2 pulgadas o menos de diámetro y menos de 10 pies de altura. Los árboles tienen mejor apariencia en las cálidas laderas de exposición este y sur. El ataque del taladrador de renuevos es común pero aparentemente no es la causa primordial del fracaso.

En la Isla de Mona hubo que regar con agua a los árboles hasta que arraigaron. Las plantaciones de 7 años de edad en la planicie costanera tienen 4 pulgadas de diámetro y 15 pies de altura. Este crecimiento es más rápido que el logrado en la mayoría de los medios estacionales en Puerto Rico.

En síntesis, de las experiencias recogidas con respecto a la caoba dominicana puede decirse que debe evitarse la siembra en áreas abiertas y degradadas. La subplantación y la siembra entre maleza y demás vegetación arbustiva es deseable ya que ofrece condiciones ecológicas favorables. Un espaciamiento de 20 pies por todos lados puede originar un rodal cerrado de sólo caoba al final del turno. El ataque del taladrador de renuevos tiende a ser menor en tales plantaciones.

La peor plaga de la caoba dominicana es el taladrador de renuevos (*Hypsipila grandella* Zeller) (13) pero puede reducirse su ataque según se describe anteriormente. Otra plaga de menor importancia es el taladrador apate (*Apate monachus* Fabricius) (13). La roña de la hoja (*Phyllosticta swietenia* sp. nov.) (1) causa defoliación tanto en el vivero como en las plantaciones, pero aparentemente es de poca importancia en el crecimiento y la supervivencia del árbol.

La siembra directa de la caoba dominicana ha tenido éxito en la zona caliza de la costa norte donde anualmente caen unas 60 pulgadas de lluvia. Las pruebas preliminares fracasaron en Guánica debido a sequía extremada. Deben hacerse pruebas ulteriores bajo condiciones más favorables ya que esta práctica reduce grandemente los costos en comparación con la siembra en macetas.

Tabebuia pallida Miers, Roble

El roble es una especie agresiva que produce buenos postes y espeques pero ha sido sembrado sólo recientemente en los Bosques Insulares y las plantaciones son aún

muy pequeñas para suministrar datos de valor en cuanto a crecimiento. En el borde sur del bosque de Carite en una ladera de arcilla pesada y degradada, el uso de espeques dió como resultado una baja supervivencia pero produjo algunos árboles buenos. En Guilarte se usó material silvestre que sobrevivió bien y creció rápidamente en laderas expuestas, severamente erosionadas. Esta especie merece que se la considere más en la reforestación de sitios adversos.

Tectona grandis L., Teca

La teca no ha sido plantada extensamente en ningún bosque pero se encuentran algunos árboles en todos los bosques, excepto en el de Guánica. El mejor crecimiento de la teca se logra en suelos fértiles de buen drenaje, a baja elevación, donde logra crecimiento espectacular y produce árboles bien formados. En las montañas húmedas ha fracasado. Las plantaciones jóvenes requieren un desyerbo cuidadoso o en su lugar el cultivo intercalado. No se le conocen ataques de insectos ni enfermedades.

En Río Abajo una de las mejores plantaciones está situada en un valle abierto (arcilla de la serie Lares) en un área en la que anteriormente se había cultivado tabaco y otros cultivos agrícolas. Pasados 7 años el d.a.p. promedio era de 4 pulgadas y la altura promedio 22 pies. El 75 por ciento de los árboles eran de buena forma. Al cabo de 11 años el diámetro promedio era de 4,8 pulgadas y la altura promedio 40 pies. El rodal tenía un área basimétrica de 90 pies cuadrados por acre y fué aclarado hasta 74 pies cuadrados. Otra plantación de 10 años en un valle abierto, cerca de un arroyo tenía un d. a. p. promedio de 6,3 pulgadas y una altura promedio de 35 pies.

En el borde sur del bosque de Carite (Patillas) se encuentra la mejor plantación de esta especie en la isla, sobre suelo de aluvión. Al cabo de 10 años estos árboles tienen un diámetro promedio de 6 pulgadas y una altura de 45 pies. El área basimétrica fluctúa entre 100 y 130 pies cuadrados por acre. La forma del árbol es excelente. Sin embargo, en sitios casi contiguos en laderas inclinadas, los árboles de 7 años de edad tienen un promedio de 2½ pulgadas de d.a.p., 12 pies de altura y tienen una forma pobre.

La teca parece necesitar suelos mejores de lo que Puerto Rico puede dedicar a ese cultivo. Por lo tanto no es de esperarse mayor amplitud de plantaciones de esta especie en los bosques del gobierno. En las fincas privadas donde hay mejores sitios y donde se plantan sólo algunos árboles puede que esta especie se torne popular, para ser aprovechada como postes y espeques en turnos cortos.

Tetragastris balsamifera (Sw.) Kuntze Masa

En los bosques insulares sólo se sembró esta especie en un área muy pequeña, en una ladera favorable a baja elevación en Carite. Todos los arbolitos se murieron probablemente debido a que esta especie no trasplanta bien sin cepellón. Se necesita realizar ulteriores ensayos con esta especie.

Vitex divaricata Sw., Higuerillo

El higuerillo, madera duradera de construcción general, se sembró en Carite y Guilarte. En Carite quedan muy pocos árboles, los cuales no prosperan. En Guilarte la supervivencia fué aparentemente un 40 por ciento. Por lo general el crecimiento ha sido lento pero es sensitiva a la situación topográfica. La forma del árbol es solamente regular y no sufre ataques severos de insectos ni enfermedades, aunque ocasionalmente es atacada por el acartuchador de la hoja. La Tabla número 15 presenta los datos sobre crecimiento en un sitio favorable en Guilarte.

Zanthoxylum flavum Vahl, Aceitillo

El aceitillo es una de las maderas de ebanistería mejor cotizadas en la isla. La repoblación forestal con esta especie ha sido limitada por la escasa fuente de semilla y

la germinación muy baja. En las abras de Guajataca se hicieron pequeños plantíos. Se usó material de vivero con cepellón y la supervivencia fué muy elevada. Al cabo de 11 años el diámetro promedio era de 2,5 pulgadas, con máxima de 4 pulgadas. La altura promedio era de 18 pies con máxima de 22 pies. A juzgar por la apariencia próspera de los árboles de establecimiento natural, esta especie puede que crezca bien en las faldas de las colinas calizas. Puede que dé resultado la siembra a raíz desnuda. El árbol forma una copa pequeña y puede que se adapte a la subplantación en los claros. La subplantación distanciada puede que sea el uso óptimo que pueda darse a la limitada cantidad de material de siembra que hay disponible. En Guánica los árboles de repoblación natural están pereciendo a manos de una enfermedad desconocida.

CONCLUSIONES

Las aportaciones de este estudio llevan a ciertas conclusiones definitivas con respecto a la condición general de las plantaciones, la supervivencia de las diversas especies, la adaptabilidad de las especies a los diversos medios estacionales, los factores responsables de las pérdidas y las políticas deseables para el futuro. Aquí se esbozan esas conclusiones.

Condiciones Generales de las Plantaciones

En el campo, las plantaciones se clasificaron de la siguiente manera de acuerdo con su provisión, como base para calcular los trabajos futuros:

1. *Plantaciones bien provistas.*—Consisten de aquellas plantaciones en que el 80 por ciento del rodal dominante, plenamente provisto está constituído o constituirá mediante liberación, de árboles que han sido plantados y tienen buena forma y crecimiento satisfactorio o de árboles plantados junto con diseminado natural de las mejores especies.

2. *Plantaciones de menor provisión.*—Todas las plantaciones que no están incluídas en la clase anterior.

   a. *Forestadas.*—Los árboles satisfactorios ya sea plantados o naturales forman una parte menor del rodal el cual está compuesto principalmente de árboles pobres que proveen un dosel completo bajo el cual existe un ambiente forestal umbroso.

   b. *Abiertas.*—Los árboles satisfactorios ya sean plantados o naturales no forman un rodal cerrado y en el medio estacional por lo tanto el suelo recibe poca sombra y existe una cubierta herbácea prominente. En la tabla 16 aparece la representación de cada una de estas clases en los diferentes bosques

Las áreas relativamente extensas en Río Abajo y Guajataca son los cerros calizos donde la siembra ha fracasado y la diseminación natural procede lentamente. También están incluídas algunas áreas donde se ha permitido el cultivo agrícola subsiguientemente al fracaso de la repoblación, los pantanos, las carreteras, etc. En Río Abajo se está repoblando naturalmente un área grande de cerros y laderas calizas. La

Tabla 15.—**Crecimiento anual promedio del higuerillo en Guilarte**

Medio estacional	Localidades	Edad promedio	Crecimiento en			
			D.A.P.		Altura	
			Prom.	Max.	Prom.	Max.
	Núm.	Años	Pulg.	Pulg.	Pies	Pies
Falda de ladera	2	6	0,29	0,48	1,5	2,5

gran extensión forestada pero con provisión menor en Guajataca incluye en su mayoría abras forestadas con cafetales. En Susúa los sitios poco favorables en laderas y crestas expuestas se están cubriendo rápidamente con repoblación natural.

SUPERVIVENCIA DE PLANTACIONES

La capacidad de supervivencia después del primer año de sembradas en el campo varió grandemente según las diferentes especies. Los arbolitos de algunas especies rústicas sembrados con raíz desnuda sobreviven bien casi sin importarle el medio. Las especies de semilla grande muestran por lo general la mejor supervivencia usando la siembra directa. En la tabla 17 aparecen enumeradas las especies de acuerdo con tres amplias categorías de supervivencia y está basada en todas las plantaciones y todos los sitios. La variación en la supervivencia a menudo se debe a mala calidad de la semilla en el caso de la siembra directa o a la sensibilidad a la sequía en el caso de posturas.

La supervivencia global y el éxito en el establecimiento forestal puede indicarse dividiendo el número total de arbolitos plantados y replantados por el área de las plantaciones. Plantíos con espaciamiento usual de 6 pies por 6 requieren 1.210 árboles por acre. Con un espaciamiento de 8 pies por 8 el número por acre es de 681.

Tabla 16.—**Provisión de las plantaciones en los Bosques Insulares.**

Bosque	Bien provistas	Sub-provistas		Total
		Forestadas	Abiertas	
	Acres	Acres	Acres	Acres
Carite	1.923	654	245	2.822
Guajataca	1.321	576	307	2.204
Guánica	190	100	10	300
Guilarte	483	150	70	703
Isla de Mona	379	40	—	419
Manglar (Piñones)	274	—	10	284
Maricao	2.021	653	40	2.714
Río Abajo	2.648	1.180	844	4.772
Susúa	994	792	—	1.786
Total	10.233	4.245	1.526	16.004

Tabla 17.—**Supervivencia por Especies**

Supervivencia alta	Supervivencia regular	Supervivencia baja
Aceitillo**	Algarrobo*	Aprín (Siembra directa o plantado)
Campeche	Bambú	Avelluelo
Caoba dominicana**	Caoba dominicana	Bayahonda*
Capá blanco	Caoba hondureña	Dalbergia
Cassia de Siam	Caoba venezolana	Espejuelo*
Cedro español[1]	Capá prieto	Mangle negro (brinzales)
Cedro macho**	Guaraguao	Maricao
Eucalipto	Maga	Masa
Guayacán**	María*	Samán
Higuerillo	Moca*	

Tabla 17.— (Cont.)

Supervivencia alta	Supervivencia regular	Supervivencia baja
Jácana*	Pino	Tabonuco
Mangle colorado*	Pomarrosa	
Mangle blanco (brinzales)	Tortugo amarillo	
Nuez moscada*		
Pomarrosa*		
Roble (brinzales)		
Teca**		

* Siembra directa
** Siembra en macetas.
1 La supervivencia, que es por lo general elevada al principio, se reduce considerablemente después por desadaptación a muchos medios estacionales.

El éxito del material en macetas en sitios secos está demostrado por el bajo número total de árboles plantados que en la Isla de Mona sólo fué 629 por acre y en Susúa 963. Por el contrario, en Guánica, donde se usó material con raíz desnuda, hubo que sembrar un total de 2.999 árboles por acre. Los bosques montañosos húmedos de Carite, Guilarte y Maricao mostraron una supervivencia global similar, con un promedio de unos 1.850 árboles por acre. Esto indica un 50 por ciento de reposición de fallas, parte del cual se debió a la substitución de árboles desadaptados. La supervivencia más alta de la plantación efectuada a raíz desnuda tuvo lugar en los bosques de la zona caliza húmeda. La siembra al voleo de mangle blanco y mangle negro en el manglar requirió alrededor de 26.000 semillas por acre.

Adaptabilidad de las Especies

La base en que se fundan las conclusiones relativas a la adaptabilidad de las especies a los sitios respectivos es en las observaciones y medidas efectuadas en las plantaciones. En la tabla número 18 aparece un resumen de esas conclusiones. Las especies enumeradas como "prometedoras" parecen adaptarse bien al sitio en cuestión y rendirán los mejores productos que pueden obtenerse del sitio. Las especies catalogadas como "dudosas" tienen menos probabilidades de formar plantaciones satisfactorias bien porque aun es incierta su adaptabilidad como lo indica su forma pobre, baja supervivencia o crecimiento o porque pueden desarrollarse especies más valiosas como por ejemplo el eucalipto y el roble en faldas de laderas y en valles. Las especies enumeradas "sin éxito" no sobrevivieron después de extensas pruebas debido a desadaptación al clima o al suelo o porque son susceptibles a los ataques de insectos, las enfermedades o los ratones o, si sobrevivieron, originaron árboles muy pobres.

La adaptabilidad de jácana, capá prieto y guaraguao es mayor bajo sombra. A campo raso necesita de los mejores medios estacionales pero bajo un dosel forestal estas especies se dan bien en laderas y aún en crestas. Es variable el efecto de enfermedades e insectos. Las condiciones del medio estacional en Río Abajo son generalmente favorables al capá prieto sin embargo no se ha recomendado esa especie en ese sitio porque padece allí de la podredumbre de la raíz.

En Guánica y en la isla de Mona debido al clima muy seco se hace poco práctica la plantación de especies que aunque se adapten bien al medio estacional sufren grandes pérdidas en el trasplante. Un ejemplo es la caoba dominicana cuando se planta a raíz desnuda.

Región	Bosque	Medio estacional	Adaptabilidad		
			Prometedoras	Dudosas	Sin éxito
Montañas centrales y montañas del este	Guavate (partes norte y oeste de Carite)	Faldas de laderas cóncavas y valles	Capá prieto Guaraguao Maga Nuez moscada	Caoba hondureña Caoba venezolana María Eucalipto Tabonuco Maricao Jácana Higuerillo Roble	Teca Motillo Cedro español Masa Tortugo amarillo Caoba dominicana Dalbergia Moca
		Laderas uniformes	Capá prieto Guaraguao Nuez moscada María (sólo en la parte inferior de Guavate) Jácana Roble Eucalipto	Higuerillo Tabonuco Maricao	Teca Motillo Cedro español Masa Tortugo amarillo Caoba dominicana Caoba hondureña Caoba venezolana Dalbergia Maga Moca
		Parte superior de laderas cóncavas y crestas	Eucalipto María (sólo en la parte inferior de Guavate) Roble	Tabonuco Maricao	Higuerillo Teca Motillo Cedro español Masa Tortugo amarillo Caoba venezolana Caoba hondureña Caoba dominicana Dalbergia Maga Jácana Guaraguao Capá prieto Nuez moscada Moca

Región	Bosque	Medio estacional	Adaptabilidad		
			Prometedoras	Dudosas	Sin éxito
	Patillas Abajo (parte sur de Carite)	Faldas de laderas cóncavas y valles	María Maga Teca	Capá blanco Casuarina Guaraguao Eucalipto Higuerillo	Cedro español Caoba dominicana Caoba hondureña Caoba venezolana
		Laderas uniformes	María Eucalipto Capá blanco	Casuarina Guaraguao Maga	Cedro español Caoba dominicana Caoba hondureña Caoba venezolana Teca Higuerillo
		Laderas convexas arriba y crestas	María Eucalipto	Casuarina	Cedro español Caoba dominicana Caoba hondureña Caoba venezolana Maga Teca Higuerillo Capá blanco Guaraguao
	Patillas Arriba (parte este de Carite)	Faldas de laderas y valles	Capá prieto Jácana	Roble Algarrobo María Eucalipto Maga Capá blanco Higuerillo	Cedro español Tortugo amarillo Caoba hondureña Caoba venezolana Caoba dominicana
		Laderas uniformes	María Eucalipto Roble Capá prieto	Capá blanco Algarrobo Maga Higuerillo Jácana	Tortugo amarillo Caoba hondureña Caoba venezolana Caoba dominicana Cedro español

Región	Bosque	Medio estacional	Adaptabilidad		
			Prometedoras	Dudosas	Sin éxito
		Laderas convexas arriba y crestas	María Roble Eucalipto		Capá blanco Caoba venezolana Caoba dominicana Capá prieto Algarrobo Maga Tortugo amarillo Higuerillo Jácana Cedro español Caoba hondureña
	Guilarte	Faldas de laderas cóncavas y valles	Capá prieto Cuaraguao Higuerillo Jácana Maga	Avelluelo Eucalipto Capá blanco María Roble	Teca Caoba hondureña Caoba venezolana Cedro español
		Laderas uniformes	Capá prieto Guaraguao Higuerillo Jácana (deben evitarse los sitios degradados) Roble Eucalipto	María Maga Capá blanco Avelluelo	Caoba hondureña Caoba venezolana Cedro español Teca
		Laderas convexas arriba y crestas	Roble Eucalipto	María Avelluelo	Teca Caoba hondureña Caoba venezolana Cedro español Maga Capá blanco Higuerillo Guaraguao Jácana Capá prieto

Región	Bosque	Medio estacional	Adaptabilidad		
			Prometedoras	Dudosas	Sin éxito
Zona caliza	Río Abajo	Areas abiertas (este medio incluye un valle estrecho de suelos rojos residuales erosionables que han sido intensamente cultivados y por lo tanto está degradado y en el presente no es adecuado a muchas de las especies)	Teca María Casuarina Cedro macho	Maga Capá blanco Eucalipto (Bueno a lo largo de pantanos)	Caoba venezolana Caoba hondureña Caoba dominicana Cedro español Capá prieto Avelluelo Higuerillo Albizzia Guaraguao
		Fondo de abras	Caoba venezolana Caoba hondureña Maga Guaraguao María	Capá prieto Capá blanco Eucalipto Cedro macho Casuarina Teca	Caoba dominicana Cedro español Avelluelo Higuerillo Albizzia
		Laderas (entre el fondo y las cimas)	Cedro macho Capá blanco Guaraguao Maga María	Eucalipto Capá prieto Casuarina Teca	Caoba hondureña Caoba venezolana Caoba dominicana Avelluelo Albizzia Higuerillo Cedro español
	Guajataca	Fondo de abras	Aceitillo Caoba dominicana María Capá prieto Caoba venezolana Caoba hondureña Maga Guaraguao Teca Jácana Capá blanco	Roble	Moca

Región	Bosque	Medio estacional	Adaptabilidad		
			Prometedoras	Dudosas	Sin éxito
		Laderas (entre fondos y riscos)	Caoba dominicana María Capá blanco Aceitillo	Teca Maga Capá prieto Jácana Guaraguao Roble	Caoba hondureña Caoba venezolana Moca
		Crestas (altos o riscos que separan las abras)	Caoba dominicana María Roble	Aceitillo	Caoba hondureña Caoba venezolana Teca Maga Jácana Capá blanco Moca Capá prieto Guaraguao
	Guánica	Fondos de valles areas planas con suelos profundos y los suelos arenosos a lo largo de las playas	Cassia de Siam Caoba dominicana Capá prieto Guayacán Bayahonda Casuarina	Campeche	Eucalipto Cedro español Samán Aceitillo María
	Isla de Mona	Suelos arenosos en la planicie costanera	Caoba dominicana Casuarina		Avelluelo
Areas de serpentinas	Maricao	Valles estrechos de ríos y laderas cóncavas; la orientación no influye	Caoba venezolana Caoba hondureña Caoba dominicana María Maga Capá blanco Guaraguao	Eucalipto Casuarina Dalbergia Jácana Péndula Algarrobo	Cedro español Fresno del Hawaii Cassia de Siam

Región	Bosque	Medio estacional	Adaptabilidad		
			Prometedoras	Dudosas	Sin éxito
		Laderas con orientación norte u oeste	María Eucalipto	Capá blanco Guaraguao	Cedro español Fresno del Hawaii Cassia de Siam Caoba hondureña Caoba venezolana Maga Casuarina Dalbergia Péndula Caoba dominicana Algarrobo Jácana
		Laderas con exposición sur o este, laderas altas y crestas y fases degradadas de la arcilla de la serie Nipe	María Eucalipto		Cedro español Fresno del Hawaii Cassia de Siam Caoba venezolana Caoba hondureña Caoba dominicana Dalbergia Algarrobo Jácana Casuarina Péndula Maga Capá blanco Guaraguao
	Susúa	Valles estrechos de ríos y laderas cóncavas; la orientación no influye	Caoba dominicana María	Caoba venezolana Caoba hondureña Algarrobo Eucalipto Casuarina	Capá blanco Bayahonda Avelluelo

Región	Bosque	Medio estacional	Adaptability of species		
			Prometedoras	Dudosas	Sin éxito
		Laderas con orientación norte u oeste	Caoba dominicana	María Caoba venezolana Caoba hondureña Algarrobo Eucalipto Casuarina	Capá blanco Bayahonda Avelluelo
		Laderas con exposición sur o este, laderas altas y crestas y fases degradadas de la arcilla de la serie Nipe	Ninguna de las especies tratadas se adapta satisfactoriamente a este sitio. Las especies nativas que crecen satisfactoriamente en este medio son canelillo y aceituna. No se ha probado la plantación de estas especies.		
Manglares		Suelo arenoso en el lado que da a la laguna	No se recomienda la plantación		
		Suelos cenagosos hacia la tierra, que reciben constantemente nueva deposición de limo	Mangle blanco Mangle colorado (en las aguas más hondas)	Mangle negro	

Factores Responsables de las Pérdidas

Solamente un 64 por ciento de las plantaciones se consideran hoy día como bien provistas y muchas de éstas descansan parcialmente en la vegetación natural para su provisión. Además ha sido necesaria una extensa reposición de fallas. Estas grandes pérdidas en plantación se debieron a una combinación de los siguientes factores:

1. El uso de grandes cuadrillas para plantar como medida de evitar el desempleo. Como consecuencia se llevaron a cabo proyectos en gran escala y rápidamente sin estar fundamentados en la investigación preliminar.

2. No se le dió la importancia debida a las diferencias en clima y suelo a través de la isla.

3. Información inadecuada en cuanto al grado de degradación de los suelos intensamente cultivados.

4. El largo período (imprevisto) de cuidados que requirieron las plantaciones especialmente aquellas cuyos árboles no se adaptaban bien y tendían a ser dominados por el resto de la vegetación. En este factor estaban envueltas también las dificultades de asegurar una subvención continua para cuidados de las plantaciones, cuando ésta venía de erogaciones anuales fluctuantes.

Las dificultades con que ha topado la reforestación en Puerto Rico parecen ser la regla y no la excepción. Se espera que este informe ayude a dar a los demás a conocer la complejidad de los problemas atinentes en la reforestación de las tierras desnudas para las cuales no hay a mano un precedente experimental.

Políticas Deseables para el Futuro

Para dar aplicación a los hallazgos de este estudio en los futuros trabajos de plantación en los Bosques Insulares las siguientes políticas son imperativas.

1. Deben plantarse primero los medios estacionales más prometedores. Puede que nunca se justifique la plantación de medios estacionales pobres, los cuales es probable que se foresten naturalmente.

2. Debe respetarse la vegetación natural que se esté desarrollando en áreas abiertas. Lo más sabio podría ser esperar que ésta provea una cobertura completa y entonces, en caso que fuere necesario, se procedería a la subplantación de especies mejores. Si éste no fuere el caso, se debe intercalar meramente otros árboles.

3. Deben plantarse solamente aquellas áreas que puedan ofrecérseles los cuidados necesarios. Nunca deben calcularse de menos los gastos de los cuidados culturales. Los desyerbos iniciales son generalmente necesarios aún en las especies rústicas y con las demás son indispensables durante 5 años o más.

4. Deben usarse solamente las especies más prometedoras. Un bosque sano de especies que puedan usarse para postes es superior a un bosque enfermizo de especies de madera de sierra.

5. Deben reponerse las fallas cuando fuere necesario, tan pronto como se conozcan preferiblemente durante el primer año después de la plantación.

6. En áreas secas la repoblación debe hacerse sólo en la época lluviosa y si es preciso debe usarse material en macetas. En este propósito son de gran ayuda los viveros locales.

7. El espaciamiento del repoblado debe ser de 5 a 8 pies y el de la subplantación de 20 a 25 pies.

8. Donde fuere asequible debe usarse material silvestre.

9. Deben continuarse las investigaciones de prácticas de vivero, métodos de siembra, adaptabilidad de especies nuevas, requisitos de luminosidad de los árboles subplantados, control de bejucos mediante cultivos agrícolas intercalados y aclareo en las plantaciones.

Resumen

En un número reciente de esta revista (9:85 - 213, 1948) aparecen descritos los resultados de la reforestación de unas 5.500 acres en el Bosque Nacional Caribe como guía para las plantaciones a hacerse en el futuro. Un estudio similar se llevó a cabo en unas 16.000 acres comprendidas en los bosques públicos del Gobierno Insular. Este informe describe los resultados obtenidos en los Bosques Insulares.

Los terrenos que ocupan los Bosques Insulares pueden subdividirse en 4 regiones amplias:

Zonas calizas—Río Abajo, Guajataca, Guánica e isla de Mona con precipitación anual de 30 a 80 pulgadas.

Interior montañoso—Bosques de Carite y Guilarte, con precipitación anual entre 80 y 120 pulgadas.

Zona serpentinosa—Bosques de Maricao y Susúa, con precipitación anual entre 60 y 100 pulgadas.

Manglares—Bosques de Piñones, Ceiba, Aguirre y Boquerón, donde la precipitación carece de importancia.

Los bosques primitivos de estas áreas incluían los manglares, el bosque seco perennifolio, el bosque estacional tropófilo, el bosque estacional perennifolio, el bosque pluvial pedemontano y el bosque o maleza enana.

La plantación en gran escala comenzó en el Bosque de Maricao en 1920. Sin embargo, la mayoría de las plantaciones se efectuó entre 1934 y 1941 como parte de los programas de emergencia. En junio de 1949 ya se había sembrado un total de 13.163.000 arbolitos y brinzales y 91.230 libras de semillas de árboles forestales. Cerca de 45 especies diferentes fueron usadas en esas plantaciones.

Por lo general el desyerbo ha sido necesario en los primeros 2 a 4 años y el corte de bejucos a veces llegó hasta el décimo año. El problema de lianas y bejucos es más serio en las zonas más húmedas. El costo de los desyerbos y corte de bejucos ha sido reducido grandemente mediante mejor selección de especies.

Dentro de cada bosque hay diversidad de medios estacionales, debido en gran parte a las diferencias en topografía y al variable grado de utilización abusiva en el pasado. El éxito del trabajo estaba determinado en gran parte por la adaptabilidad de las especies al medio estacional. En este trabajo han sido descritos en detalle los medios estacionales comprendidos en cada bosque y también la adaptabilidad de las especies ensayadas. La mejor supervivencia se obtuvo con el material en macetas, cuyo uso se recomienda solamente en las zonas secas.

La repoblación artificial complementada por la repoblación natural ha logrado formar plantaciones de las cuales el 64 por ciento pueden catalogarse como bien provistas. Del área remanente el 72 por ciento tiene una cubierta forestal y el 28 por ciento resta aún abierto.

El costo de establecimiento y conservación fué elevado debido a que fué necesario una gran reposición de fallas y a un largo período de conservación, particularmente en el interior montañoso. Los costos totales durante los primeros 5 años ascendieron a un promedio de 77 jornadas por acre en las montañas húmedas, 38 jornadas en las zonas calizas húmedas y 34 jornadas en las zonas secas.

A los siguientes factores puede adjudicárseles la responsabilidad de las pérdidas:

1. El uso de grandes cuadrillas como consecuencia de ser una medida para evitar el desempleo. Proyectos grandes y rápidos que no se fundamentaban en la investigación previa.

2. Ausencia de reconocimiento de la importancia de las diferencias de clima y suelo a través de la isla.

4. El período inesperadamente prolongado que precisó el cuidado de las plantaciones en vista de que los árboles, especialmente los desadaptados, precisaban ayuda para lograr dominar al resto de la vegetación. A este factor se sumaban las dificultades de lograr continuidad en los fondos para el cuidado de las plantaciones cuando éstos tenían que provenir de apropiaciones anuales fluctuantes.

A base de los hallazgos de este estudió se delineó una política a seguir en los futuros trabajos de plantación en los bosques insulares de Puerto Rico.

LITERATURA CITADA

1. ALVAREZ GARCIA, L. A. 1939. A mahogany seedling blight in Puerto Rico. Carib. Forester 1(1):23-24.

2. BEARD, JOHN S. 1944. Climax vegetation in Tropical America. Ecology 25:127-158.

3. ———— 1944. A silvicultural technique in Trinidad for the rehabilitation of degraded forest. Carib. Forester 6:1-33.

4. ———— 1942. Summary of silvicultural experience with cedar (Cedrela mexicana Roem) in Trinidad. Carib. Forester 3:91-102.

5. CARTER, JOHN C. 1945. The silviculture of Cedrela mexicana. Carib. Forester 6:89-100.

6. FORS, ALBERTO J. 1944. Notas sobre la silvicultura del cedro (Cedrela mexicana Roem.) Carib. Forester 5:115-118.

7. ———— 1941. Informe sobre plantaciones forestales en Cuba. Carib. Forester 2(3):138-140.

8. HOLDRIGE, L. R. 1943. Comments on the silviculture of Cedrela. Carib. Forester 4:77-80.

9. ————. 1940. Some notes on the mangrove swamps of Puerto Rico. Carib. Forester 1(4): 19-29.

10. MARRERO, JOSE. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest - Past experience as a guide to the future. Carib. Forester 9:85-214.

11. MARSHALL, R. C. 1939. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago. Oxford University Press. London.

12. MARTINEZ ORAMAS, J. 1942. Planting with tar paper pots on difficult sites in Puerto Rico. Carib. Forester 3:158-163.

13. MARTORELL, LUIS F. 1945. A survey of the forest insects of Puerto Rico. Parts 1 and 2. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 29:69-608.

14. ROIG Y MESA, JUAN T. 1946. El estado actual de las plantaciones de cedro (Cedrela mexicana) en la isla de Cuba. Carib. Forester 7:93-102.

NEW SILVICULTURAL RESEARCH STATION AT MIJNZORGWEG, SURINAM

A new silvicultural research station has been established in the Forest Service of Surinam at Mijnzorgweg, about 15 kilometers from Paramaribo. Correspondence with the Office of the Conservator indicates that this station plan to undertake a broad program of forest research.

A most important task is the reclamation of the old Gongrypp plantations at Zanderij. These plantations, most of which are 30 to 35 years old, and which cover more than 1,000 acres, were abandoned from 1925 to 1947. Cleaning and thinning of these plantations has begun and their future regeneration and development will be studied.

Investigations of seeds, germination, growth of seedlings, and nursery practice are being made in the three forest nurseries operated by the Forest Service.

Artificial regeneration is being studied on bare areas with taungya. Experimental underplanting of virgin and secondary forest is also being done. Species used in these planting experiments, in addition to several natives, include *Pinus caribea, Eucalyptus, Albizzia falcata, Swietenia mahagoni,* and *Ochroma bicolor.* A number of publications needed for research in this field have been acquired.

Further information regarding forestry developments in Surinam are to be found in "Forestry in Dutch Guiana" by Christopher Swabey in Empire Forestry Review 29:125-131, 1950.

UNA NUEVA ESTACION DE INVESTIGACION SELVICULTURAL EN MIJNZORWEG, GUAYANA HOLANDESA

En la Guayana Holandesa, el Servicio Forestal ha establecido una nueva estación de investigación selvicultural en Mijnzorgweg, a cerca de 15 kilómetros de Paramaribo. Mediante correspondencia con la Oficina del Conservador de Bosques hemos sabido que esa estación tiene planes para emprender un amplio programa de investigación forestal.

La tarea más importante de la nueva estación es el mejoramiento de las antiguas plantaciones Gongrypp. Estas plantaciones, la mayoría de las cuales tienen de 30 a 35 años de edad y comprenden más de 1.000 acres estuvieron abandonadas durante 1925 a 1947. Las limpias y entresaques han comenzado ya y se estudiará su futura regeneración y desarrollo. Se están haciendo investigaciones sobre semillas, germinación, crecimiento de posturas y prácticas de vivero en los tres viveros forestales que funcionan bajo la dirección del Servicio Forestal.

Se está estudiando la regeneración artificial en áreas desnudas, usando el sistema taungya y también la subplantación experimental del bosque virgen y del bosque secundario, usando entre otras las siguientes especies (además de varias nativas): *Pinus caribaea, Eucalyptus, Albizzia falcata, Swietenia mahagoni,* y *Ochroma bicolor.* Han adquirido diversas publicaciones sobre investigación forestal.

Para mayor información sobre el desarrollo del programa forestal en la Guayana Holandesa refiérase al artículo de Christopher Swabey "Forestry in Dutch Guiana" publicado en "Empire Forestry Review" 29:125-131, 1950.

UNITED STATES
ATLANTIC
OCEAN
GULF OF
MEXICO
BAHAMA
ISLANDS
MEXICO
CUBA
PUERTO
RICO
GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA
JAMAICA
HAITI
DOMINICAN
REPUBLIC
BRITISH
HONDURAS
CARIBBEAN SEA
HONDURAS
GUATEMALA
SALVADOR
NICARAGUA
TRINIDAD
PACIFIC
OCEAN
COSTA
RICA
PANAMA
VENEZUELA
BR.
GUIANA
COLOMBIA